

## ERROR CORRECTION DECODER AND ERROR CORRECTION DECODING SYSTEM

**Publication number:** JP10303759 (A)

**Publication date:** 1998-11-13

**Inventor(s):** NARA HIDEAKI +

**Applicant(s):** MITSUBISHI ELECTRIC CORP +

**Classification:**

**- International:** G06F11/10; G11B20/18; H03M13/09; H03M13/23; H03M13/29; H03M13/41; H03M13/45; H04L1/00; G06F11/10; G11B20/18; H03M13/00; H04L1/00; (IPC1-7): G06F11/10; G11B20/18; H03M13/12

**- European:** H03M13/09; H03M13/29; H03M13/41; H03M13/45; H04L1/00B5L

**Application number:** JP19970105757 19970423

**Priority number(s):** JP19970105757 19970423

**Also published as:**

JP3239795 (B2)

US6061823 (A)

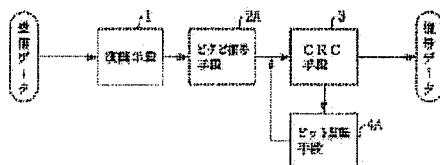
ID20204 (A)

CN1197334 (A)

CN1138347 (C)

### Abstract of JP 10303759 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the error correction decoding capability, without increasing calculation amount. **SOLUTION:** In this decoder, a demodulation means 1 demodulates reception data and a Viterbi decoding means 2A decodes the received data into a bit series by using the Viterbi algorithm, based on soft discrimination information generated at its demodulation and provides reliability information to each bit of the bit series at the same time. Then a CRC means 3 applies CRC to the decoded bit series to discriminate whether or not an error has been detected and provides an output of the bit series as decoded data when an error is detected, and conducts bit inversion in the order of decreasing total sum of the reliability information of the bits for bit inversion until no CRC is detected when an error is detected.; Thus, the possibility of the case of misdetecting an error is reduced, and the calculation amount is also reduced.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

特開平10-303759

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H 03 M 13/12		H 03 M 13/12
G 06 F 11/10	3 3 0	C 06 F 11/10 3 3 0 N
G 11 B 20/18	5 3 4	G 11 B 20/18 5 3 4 A

審査請求 有 請求項の数30 O L (全 37 頁)

(21)出願番号 特願平9-105757

(22)出願日 平成9年(1997)4月23日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 楢 英彰

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

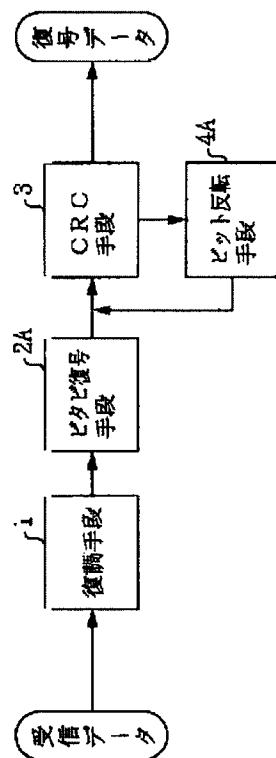
(74)代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54)【発明の名称】誤り訂正復号装置および誤り訂正復号方式

## (57)【要約】

【課題】 計算量を増加させることなく、誤り訂正復号能力を向上する。

【解決手段】 復調手段1が受信データを復調し、ビタビ復号手段2Aがその復調の際に生成される軟判定情報に基づいてビタビアルゴリズムによってその受信データをビット系列に復号し、それと同時にそのビット系のそれぞれのビットに対して信頼度情報を付加する。そして、CRC手段3が復号されたビット系列に対してCRCを行って誤りが検出されるか否かを判断し、誤りが検出されない場合には、そのビット系列を復号データとして出力する一方、誤りが検出された場合には、CRCによる誤りが検出されなくなるまで、ビット反転を行うビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行う。このため、誤り検出となる場合が減少し、また、計算量も減少する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段とを備えたことを特徴とする誤り訂正復号装置。

【請求項2】 さらに、CRC手段が実行したCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しない場合には、ビット反転手段にビット系列のビット反転を行わせる一方、CRC回数が所定回数に達した場合には、誤り検出として復号を終了するCRCカウント手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の誤り訂正復号装置。

【請求項3】 ビタビ復号手段は、復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号した際、そのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加することを特徴とする請求項1または請求項2記載の誤り訂正復号装置。

【請求項4】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記CRC手段によって実行されたCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断するCRCカウント手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合には各ビット系列を再符号化する再符号化手段と、上記再符号化手段によって再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する軟判定情報計算・選択手段とを備えたことを特徴とする誤り訂正復号装置。

【請求項5】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記CRC手段によって実行されたCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断するCRCカウント手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合には各ビット系列を再符号化する再符号化手段と、上記再符号化手段によって再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する軟判定情報計算・選択手段とを備えたことを特徴とする誤り訂正復号装置。

【請求項6】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、そのビット系列の数が所定数に達したか否かを判断するビット系列カウント手段と、上記ビット系列カウント手段によって上記ビット系列の数が所定数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記ビット系列カウント手段によって上記ビット系列の数が所定数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を選択

して復号データとして出力する信頼度情報計算・選択手段とを備えたことを特徴とする誤り訂正復号装置。

【請求項7】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記CRC手段によって実行されたCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断するCRCカウント手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列を再符号化する再符号化手段と、上記再符号化手段によって再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する軟判定情報計算・選択手段とを備えたことを特徴とする誤り訂正復号装置。

【請求項8】 ビット反転手段は、ビット反転を行うビットの信頼度情報の総和が小さくなる順に上記ビット系列のビット反転を行うことを特徴とする請求項3～請求項7のいずれかに記載の誤り訂正復号装置。

【請求項9】 ビット反転手段は、ビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、最大であるビットを最上位ビットとみなした2進数が0からカウントアップしていく順にビット反転を行うことを特徴とする請求項3～請求項7のいずれかに記載の誤り訂正復号装置。

【請求項10】 ビット反転手段は、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うことを特徴とする請求項3～請求項7のいずれかに記載の誤り訂正復号装置。

【請求項11】 ビット反転手段は、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の順序でビット反転を行うビット反転手段を備えたことを特徴とする請求項3～請求項7のいずれかに記載の誤り訂正復号装置。

【請求項12】 さらに、ビタビ復号手段によって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査し、その総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として

復号を終了する一方、上記信頼度情報の総和が上記閾値より大きい場合には、CRC手段にCRCによる誤り検出を行わせる信頼度情報検査手段を設けたことを特徴とする請求項3～請求項11のいずれかに記載の誤り訂正復号装置。

【請求項13】 信頼度情報検査手段は、ビタビ復号手段によって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査した際、その総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として復号を終了する代わりに、1回だけCRC手段に上記復号されたビット系列に対しCRCを行わせて誤りがあるか否かを検出させ、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力させる一方、誤りがある場合には誤り検出として復号を終了させることを特徴とする請求項12記載の誤り訂正復号装置。

【請求項14】 さらに、復調手段によって生成された軟判定情報の総和を検査し、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了する一方、上記軟判定情報の総和が上記閾値より大きい場合には、ビタビ復号手段に上記軟判定情報に基づいて受信データをビット系列に復号させる軟判定情報検査手段を設けたことを特徴とする請求項3～請求項11のいずれかに記載の誤り訂正復号装置。

【請求項15】 軟判定情報検査手段は、復調手段によって生成された軟判定情報の総和を検査した際、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了する代わりに、ビタビ復号手段に上記軟判定情報に基づいて受信データをビット系列に復号させると共に、1回だけCRC手段に上記復号されたビット系列に対しCRCを行わせて誤りがあるか否かを検出させ、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力させる一方、誤りがある場合には誤り検出として復号を終了させることを特徴とする請求項14記載の誤り訂正復号装置。

【請求項16】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号し、次にその復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力することを特徴とする誤り訂正復号方式。

【請求項17】 さらに、CRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しない場合には、ビット系列のビット反転を行わせる一方、CRC回数が所定回数に達した場合には、誤り検出として復号を終了することを特

徴とする請求項16記載の誤り訂正復号方式。

【請求項18】 軟判定情報に基づいて復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号した際、そのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加することを特徴とする請求項16または請求項17記載の誤り訂正復号方式。

【請求項19】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加し、次にその復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出して、誤りが検出されない場合のみそのビット系列を記憶する一方、CRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記記憶したビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合にはそのビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力することを特徴とする誤り訂正復号方式。

【請求項20】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加し、次にその復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出して、誤りが検出されない場合のみそのビット系列を記憶する一方、CRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記記憶したビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合には各ビット系列を再符号化して、その再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力することを特徴とする誤り訂正復号方式。

【請求項21】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加し、次にその復

号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出して、誤りが検出されない場合のみそのビット系列を記憶する一方、上記記憶したビット系列の数をカウントして、そのビット系列の数が所定数に達したか否かを判断し、ビット系列の数が所定数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行わせ、ビット系列の数が所定数に達したと判断された場合には、上記記憶したビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力することを特徴とする誤り訂正復号方式。

【請求項22】 受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加し、次に復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出して、誤りが検出されない場合のみそのビット系列を記憶する一方、CRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記記憶したビット系列を再符号化して、その再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力することを特徴とする誤り訂正復号方式。

【請求項23】 CRCを行うことによって誤りが検出された場合には、ビット反転を行うビットの信頼度情報の総和が小さくなる順に上記ビット系列のビット反転を行うことを特徴とする請求項18～請求項22のいずれかに記載の誤り訂正復号方式。

【請求項24】 CRCを行うことによって誤りが検出された場合には、ビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、最大であるビットを最上位ビットとみなした2進数が0からカウントアップしていく順にビット反転を行うことを特徴とする請求項18～請求項22のいずれかに記載の誤り訂正復号方式。

【請求項25】 CRCを行なうことによって誤りが検出された場合には、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うことを特徴とする請求項18～請求項22のいずれかに記載の誤り訂正復号方式。

【請求項26】 CRCを行なうことによって誤りが検出された場合には、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の順序でビッ

ト反転を行うことを特徴とする請求項18～請求項22のいずれかに記載の誤り訂正復号方式。

【請求項27】さらに、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査し、その総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として復号を終了する一方、上記信頼度情報の総和が上記閾値より大きい場合には、CRCによる誤り検出を行うことを特徴とする請求項18～請求項26のいずれかに記載の誤り訂正復号方式。

【請求項28】ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査した際、その総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として復号を終了する代わりに、1回だけ上記復号されたビット系列に対しCRCを行って誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力する一方、誤りがある場合に誤り検出として復号を終了することを特徴とする請求項27記載の誤り訂正復号方式。

【請求項29】さらに、受信データの復調のときに生成された軟判定情報の総和を検査し、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了する一方、上記軟判定情報の総和が上記閾値より大きい場合には、上記軟判定情報に基づいて受信データをビタビアルゴリズムによってビット系列に復号することを特徴とする請求項18～請求項26のいずれかに記載の誤り訂正復号方式。

【請求項30】受信データの復調のときに生成された軟判定情報の総和を検査した際、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了する代わりに、上記軟判定情報に基づいて受信データをビタビアルゴリズムによってビット系列に復号させると共に、1回だけ上記復号されたビット系列に対しCRCを行って誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力する一方、誤りがある場合に誤り検出として復号を終了することを特徴とする請求項29記載の誤り訂正復号方式。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、CRC符号により符号化した後、畳み込み符号で符号化する連接符号を用いてデータを符号化し伝送するディジタル無線通信等の分野において、復号データに発生する誤りを訂正する誤り訂正復号装置および誤り訂正復号方式に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】図31は、従来の連接符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。図において、1は受信波形の振幅と位相から受信ビットの軟判定情報を生成する復調手段、2Bは復調手段1から出力される軟判定情報をもとに最ゆうパスを選択することにより誤り

訂正を行うビタビ復号手段、3は入力したビット系列に対してサイクリックリダンダンシチェック（以下、「CRC」という。）を行うCRC手段である。

【0003】次に動作について説明する。まず、復調手段1において復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算する。ビタビ復号手段2Bにおいて、復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスメトリックの大きなパスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する。次に、CRC手段3において入力したビット系列に対してCRCを行い、誤りが検出されなかった場合は、このビット系列を復号データとして出力して復号を終了し、誤りが検出された場合は、誤り検出として復号を終了する。

【0004】図32は、特開平6-284018号公報に示されている従来の連接符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。図において、1は復調手段、3はCRC手段、13は復調手段1から出力される軟判定情報をもとにビタビ復号を行う際、トレースバックを複数回行うことにより複数の候補を選択できるマルチトレースバック・ビタビ復号手段、6はCRC手段から出力されたビット系列を記憶しておくビット系列記憶手段、14は複数の候補から1つの候補を選択する復号データ決定手段である。

【0005】次に動作について説明する。まず、復調手段1において復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算する。マルチトレースバック・ビタビ復号手段13において、復調手段1で生成された軟判定情報をもとにACS(Add Compare Select)を行う際複数のパスを記憶しておき、トレースバックにより復号データを求める際に、これらの複数のパスについてそれぞれトレースバックを行うことにより複数のビット系列を得る。得られた複数のビット系列についてCRC手段3により誤り検出を行い、誤りが検出されなかった候補はビット系列記憶手段6において記憶しておき、これらの候補から復号データ決定手段14により最終的な復号データを決定し復号を終了する。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図31に示す従来の連接符号の誤り訂正復号装置では、ビタビ復号において1ビットでも間違いが存在するとCRCにより誤りが検出されることとなり、誤り検出数が多くなり、結果的に誤り訂正能力の効果が薄れる、という問題点があった。

【0007】また、図32に示す従来の連接符号の誤り訂正復号装置では、複数回のトレースバックを行い、その結果得られる複数の候補の中から有力な候補を選択して復号データとすることにより、図31の従来の誤り訂正復号装置では棄却されていたパスを残すこととなり、より優れた誤り訂正復号を行うことが可能となるが、A

CSを行う際に複数の候補を残してトレースバックを複数回行っているため、計算量が大幅に増加する、という問題があった。

【0008】そこで、この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、計算量を増加させることなく、誤り訂正復号能力を向上することのできる誤り訂正復号装置および誤り訂正復号方式を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段とを備えたものである。

【0010】また、次の発明では、さらに、CRC手段が実行したCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しない場合には、ビット反転手段にビット系列のビット反転を行わせる一方、CRC回数が所定回数に達した場合には、誤り検出として復号を終了するCRCカウント手段を備えたものである。

【0011】また、次の発明では、ビタビ復号手段は、復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号した際、そのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するものである。

【0012】また、次の発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記CRC手段によって実行されたCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断するCRCカウント手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合には各ビット系列を再符号化する再符号化手段と、上記再符号化手段によって再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する軟判定情報計算・選択手段とを備えたものである。

反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合にはそのビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する信頼度情報計算・選択手段とを備えたものである。

【0013】また、次の発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記CRC手段によって実行されたCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断するCRCカウント手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合には各ビット系列を再符号化する再符号化手段と、上記再符号化手段によって再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する軟判定情報計算・選択手段とを備えたものである。

【0014】また、次の発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列の数をカウントして、そのビット系列の数が所定数に達したか否かを判断するビット系列カウント手段

と、上記ビット系列カウント手段によって上記ビット系列の数が所定数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記ビット系列カウント手段によって上記ビット系列の数が所定数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する信頼度情報計算・選択手段とを備えたものである。

【0015】また、次の発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成する復調手段と、上記復調手段によって生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加するビタビ復号手段と、上記ビタビ復号手段によって復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出するCRC手段と、上記CRC手段によって誤りが検出されない場合のみ、そのビット系列を記憶するビット系列記憶手段と、上記CRC手段によって実行されたCRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断するCRCカウント手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列を上記CRC手段に出力して再度CRCを行わせるビット反転手段と、上記CRCカウント手段によって上記CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記ビット系列記憶手段に記憶されたビット系列を再符号化する再符号化手段と、上記再符号化手段によって再符号化されたビット系列と受信データとを比較しビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力する軟判定情報計算・選択手段とを備えたものである。

【0016】また、次の発明では、ビット反転手段は、ビット反転を行うビットの信頼度情報の総和が小さくなる順に上記ビット系列のビット反転を行うものである。

【0017】また、次の発明では、ビット反転手段は、ビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、最大であるビットを最上位ビットとみなした2進数が0からカウントアップしていく順にビット反転を行うものである。

【0018】また、次の発明では、ビット反転手段は、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うものである。

【0019】また、次の発明では、ビット反転手段は、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の順序でビット反転を行うビッ

ト反転手段を備えたものである。

【0020】また、次の発明では、さらに、ビタビ復号手段によって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査し、その総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として復号を終了する一方、上記信頼度情報の総和が上記閾値より大きい場合には、CRC手段にCRCによる誤り検出を行わせる信頼度情報検査手段を設けたものである。

【0021】また、次の発明では、信頼度情報検査手段は、ビタビ復号手段によって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査した際、その総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として復号を終了する代わりに、1回だけCRC手段に上記復号されたビット系列に対しCRCを行わせて誤りがあるか否かを検出させ、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力させる一方、誤りがある場合に誤り検出として復号を終了させるものである。

【0022】また、次の発明では、さらに、復調手段によって生成された軟判定情報の総和を検査し、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了する一方、上記軟判定情報の総和が上記閾値より大きい場合には、ビタビ復号手段に上記軟判定情報に基づいて受信データをビット系列に復号させる軟判定情報検査手段を設けたものである。

【0023】また、次の発明では、軟判定情報検査手段は、復調手段によって生成された軟判定情報の総和を検査した際、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了する代わりに、ビタビ復号手段に上記軟判定情報に基づいて受信データをビット系列に復号させると共に、1回だけCRC手段に上記復号されたビット系列に対しCRCを行わせて誤りがあるか否かを検出させ、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力させる一方、誤りがある場合に誤り検出として復号を終了させるものである。

【0024】

#### 【発明の実施の形態】

実施の形態1. この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態1について説明する。図1は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態1の構成を示すブロック図である。図において、1は受信したデータを復調すると共に受信波形の振幅と位相から受信ビットの軟判定情報を生成する復調手段、2Aは復調手段1から出力される軟判定情報をもとに最ゆうパスを選択することにより誤り訂正を行い、復号されたビット系列に対して選択操作において利用したプランチメトリックの差を信頼度情報として与えるビタビ復号手段、3は入力したビット系列に対してCRCを行うCRC手段、4Aはビット反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うビット反転手段である。なお、この実施の形態1および以下に説明する他の実施の形態2～14では、信

頼度情報として、例えばビタビアルゴリズムによって復号を行う際に用いるプランチメトリックの差を使用するものとするが、本発明では、その他、ビタビアルゴリズムによって復号を行う際に用いるパスメトリックの差等を使用するようにしても勿論よい。

【0025】次に動作について説明する。図2に、この実施の形態1の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算する(ステップ100)。次に、ビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスメトリックの大きなパスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する(ステップ110)。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したプランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0026】次に、CRC手段3が入力したビット系列に対してCRCを行って誤りが検出できるか否かを判断する(ステップ120)。ここで、誤りが検出されなかった場合は(ステップ120“未検出”)、このビット系列を復号データとして出力して復号を終了する一方、誤りが検出された場合には(ステップ120“検出”)、続いてビット反転手段4Aがビタビアルゴリズムによって復号することにより得られたビット系列に対して、反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行い(ステップ130)、再びCRC手段3へ送って上記ステップ120の処理によりCRCによる誤りが検出できるか否かを判断させるようとする。

【0027】このため、この実施の形態1では、CRC手段3により誤りが検出されなくなるまで、このステップ130のビット反転処理を繰り返すことになる。

【0028】図3(a)～(c)に、それぞれ、実施の形態1のビット反転手段4Aにおけるビット反転順の具体的方法を示す。なお、図3(a)～(c)に示す各方法では、共に例えば“00000”および“01101”的2つのビット系列をビット反転するものとし、また共に信頼度が“35241”であるとする。

【0029】図は、反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うが、信頼度情報の総和が等しいものがある場合には、反転するビットの総数が少ないものを優先し、反転するビットの総数が同じ場合には、信頼度情報が小さいものが含まれるものを優先し、信頼度情報も同じ場合には、任意の順(例えば、左ビット優先の順)にビット反転を行う方法である。

【0030】つまり、この方法の場合、図3(a)に示すように、ビット反転順1～31までビット反転が行われており、例えば“00000”的ビット系列の場合

で、ビット反転順が3番目と4番目の場合、左から1ビット目(信頼度情報3)と、左から3ビット目(信頼度情報2)および5ビット目(信頼度情報1の組)とが信頼度情報の和が3となり等しいが、この方法の場合には、上述のように信頼度情報の総和が等しいものがある場合には、反転するビットの総数が少ないものを優先するので、まずビット反転順3番目で左から1ビット目(信頼度情報3)をビット反転し、続いて次のビット反転順4番目で3ビット目(信頼度情報2)および5ビット目(信頼度情報1)の組をビット反転させるようにしている。

【0031】また、“00000”的ビット系列の場合で、ビット反転順が8番目と9番目の場合では、左から4ビット目(信頼度情報4)および5ビット目の組(信頼度情報1)と、左から1ビット目(信頼度情報3)と3ビット目(信頼度情報2)の組とが信頼度情報の和が5となり等しく、また、反転ビット数も等しいので、この方法の場合には、信頼度情報が小さいものが含まれるものを優先するようにして、まず、ビット反転順8番目のときに左から4ビット目(信頼度情報4)および5ビット目の組(信頼度情報1)の組をビット反転し、続いてビット反転順9番目のときに3ビット目(信頼度情報2)および5ビットの組をビット反転させるようにしている。

【0032】図3(b)は、反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うが、信頼度情報の総和が等しいものがある場合には、反転するビットの総数が少ないものを優先し、反転するビットの総数が同じ場合には、任意の順(ここでは、左優先の例)にした方法を示している。

【0033】つまり、この方法の場合、図3(b)に示すように、例えば“00000”的ビット系列の場合で、ビット反転順が8番目と9番目の場合では、左から4ビット目(信頼度情報4)および5ビット目の組(信頼度情報1)と、左から1ビット目(信頼度情報3)と3ビット目(信頼度情報2)の組とが信頼度情報の和が5となり等しく、また、反転ビット数も等しいので、この方法の場合には、左優先によりビット反転するようにして、まず、ビット反転順8番目のときに左から1ビット目(信頼度情報3)と3ビット目(信頼度情報2)の組をビット反転し、続いてビット反転順9番目のときに左から4ビット目(信頼度情報4)および5ビット目の組(信頼度情報1)の組をビット反転させるようにしている。

【0034】図3(c)は、反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うが、その際信頼度情報の総和が等しいものがある場合には、任意の順(ここでは、左優先の例)にビット反転を行う方法を示している。

【0035】つまり、この方法の場合には、図3(c)

に示すように、例えば“00000”的ビット系列の場合で、ビット反転順が5番目と6番目の場合、左から1ビット目(信頼度情報3)および5ビット(信頼度情報1)の組と、左から4ビット目(信頼度情報4)とが信頼度情報の和が4となり等しいが、この方法の場合には、左優先により左側にあるビットを有する組ほど優先的にビット反転を行うので、まず、左から1ビット目(信頼度情報3)および5ビット(信頼度情報1)の組をビット反転し、続いて4ビット目(信頼度情報4)をビット反転させるようにしている。

【0036】従って、この実施の形態1の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列のそれぞれのビットに信頼度情報を付加し、CRCによる誤り検出の際、誤りが検出された場合には、誤りが検出されなくなるまで、ビット反転を行うビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行なながらCRCを繰り返し行い、CRCによる誤りが検出されなくなった出力ビットを選択して復号データとして出力し復号を終了する復号処理を行うようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。

【0037】また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0038】また、この実施の形態1では、復号されたビット系列に対しビット反転を行うビットに付加された信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うようにしたため、信頼度が高い順にCRCを行うことができ、迅速、且つ、より少ない計算量で誤り訂正を行うことができる。

【0039】つまり、復号されたビット系列は、受信系列をもとに送信系列を推測した場合、もっとも確からしい系列、すなわち送信系列と一致する確率が一番高い系列を意味しており、また、その信頼度情報は、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して与えられ、それぞれのビットが復号されたビットである確率がどのくらい高いかを示す基準であり、信頼度情報の値が大きければ大きいほどそのビットは信頼でき、小さければ小さいほど信頼できないことを示している。このように考えると復号されたビット系列の信頼度は、それぞれのビットの信頼度の総和になると考えられる。

【0040】ところで、信頼度の低い復号系列に対してCRCを行い、CRCにより誤りが検出されなかつたとしても、この場合には、そのビット系列の間違っている可能性が高いので、CRCを複数回行って、CRCにより誤り検出がなされないビット系列で、誤っていない確率の高いビット系列を見つけだすには、ビット系列の信頼度が高い順にCRCを行って行くことが妥当である。

ここで、ビット反転を行うことにより、そのビットの信頼度は0になるとみなせる。このため、ビット反転を行なったビット系列の信頼度は、ビット反転を行わなかつたビットの信頼度の総和となり、ビット系列として信頼度が高い順にCRCを行うために、この実施の形態1では、信頼度の総和が小さくなる順にビット反転を行うようにしたものである。

【0041】実施の形態2。次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態2について説明する。図4は、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態2のブロック図を示している。なお、実施の形態1の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、5はCRC手段3が行ったCRCの回数(以下、CRC回数という。)jを記憶すると共に、そのCRC回数jが予め定めたCRCの上限回数j<sub>max</sub>を越えたかを判断してCRCおよびビット反転の回数を制限するCRCカウント手段である。

【0042】次に動作について説明する。図5に、この実施の形態2の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算する(ステップ200)。次に、ビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスメトリックの大きなパスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する(ステップ210)。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したプランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。なお、ここまで処理は、上記実施の形態1の場合と同じである。

【0043】次に、この実施の形態2では、まずCRCカウント手段5がCRC手段3によって行なわれるCRCの回数jの初期値として0をセットし(ステップ220)、その次にCRC手段3が入力したビット系列に対してCRCを行う(ステップ230)。

【0044】そして、そのCRCの結果、誤りが検出されなかつた場合は(ステップ230“未検出”)、このビット系列を復号データとして出力して復号を終了する一方、誤りが検出された場合には(ステップ230“検出”)、CRCカウント手段5は、さらに現在のCRC回数jが予め設定して記憶したCRC上限回数j<sub>max</sub>と等しくなつたか否かを判断し(ステップ240)、CRC回数jがCRC上限回数j<sub>max</sub>と等しくなつた場合には(ステップ240“YES”)、誤り検出として復号を終了する。

【0045】その一方、CRC回数jがCRCチェック上限回数j<sub>max</sub>と等しくない場合、すなわちCRC回数

$j$  が CRC チェック上限回数  $j_{max}$  以下である場合には (ステップ 240 “NO”) 、 CRC カウント手段 5 は CRC 回数  $j$  を 1 回増加し (ステップ 250) 、 続いて上記実施の形態 1 の場合と同様に、 ビット反転手段 4A がビット反転を行なうビットに付加された信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行い (ステップ 260) 、再度ステップ 230 の処理により CRC を行い誤りがあるか否かを判断させるようにする。

【0046】従って、この実施の形態 2 の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列のそれぞれのビットに信頼度情報を付加し、 CRC による誤り検出の際、誤りが検出された場合には、その信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行いながら CRC を繰り返しを行い、 CRC による誤りが検出されなくなった出力ビットを選択して復号データとして出力し復号を終了する復号処理を行うようにしたため、実施の形態 1 の場合と同様に、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加はなく、 CRC 操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0047】また、この実施の形態 2 では、予め定めた CRC 上限回数  $j_{max}$  までビット系列のビット反転および CRC を行っても、誤りが検出される場合には、これ以上ビット反転および CRC を継続せずに誤り検出として復号を終了するようにしたため、 CRC で誤りが検出された際のビット反転および再 CRC の回数ないしはその処理にかかる時間を制限することができる。

【0048】実施の形態 3. 次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態 2 について説明する。図 6 は、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態 3 の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、 1 は復調手段、 2A はビタビ復号手段、 3 は CRC 手段、 4A はビット反転手段、 5 は CRC カウント手段、 6 は CRC により誤りが検出されなかったビット系列を復号データの候補として記憶するビット系列記憶手段、 7 は復号データの候補として記憶されたビット系列とビット反転前の元のビット系列とを比較して反転したビットの信頼度情報を総和を求め、 反転したビットの信頼度情報を総和が最小となるものを選択する信頼度情報計算・選択手段である。

【0049】次に動作について説明する。図 7 に、この実施の形態 3 の復号手段の動作である接続符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段 1 に受信データが入力すると、まず、復調手段 1 がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の誤り判定情報を計算し (ステップ

300) 、 続いてビタビ復号手段 2A が復調手段 1 で生成された誤り判定情報をもとにパスメトリックの大きなパスを選択し、 トレスバックにより復号した復号データを生成する (ステップ 310) 。 その際、 復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したプランチメトリックの差を信頼度情報を付加する。

【0050】次に、 CRC カウント手段 5 が CRC 回数  $j$  に初期値 0 をセットして (ステップ 320) 、 続いて CRC 手段 3 が入力したビット系列に対して CRC を行う (ステップ 330) 。 なお、 ここまで処理は、 上記実施の形態 2 の場合と同じである。

【0051】ここで、 CRC 手段 3 による CRC の結果、誤りが検出されなかった場合のみ (ステップ 330 “未検出”) 、 この実施の形態 3 では、 ビット系列記憶手段 6 がそのビット系列を復号データの候補として記憶し (ステップ 340) 、 続いて CRC カウント手段 5 が CRC 回数  $j$  が CRC 上限回数  $j_{max}$  以上であるか否かを判断する (ステップ 350) 。

【0052】そして、 CRC 回数  $j$  が CRC 上限回数  $j_{max}$  以上でない場合には (ステップ 350 “NO”) 、 CRC カウント手段 5 が CRC 回数  $j$  を 1 回増加し (ステップ 360) 、 続いてビット反転手段 4A が上記実施の形態 1, 2 の場合と同様に各ビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行い (ステップ 370) 、 上記ステップ 330 の CRC による誤り検出処理に戻ってそれ以下の処理を行うようにする。

【0053】その結果、 ビット反転手段 4A はビタビ復号アルゴリズムで復号することにより得られたビット系列に対して予め定めた CRC 上限回数  $j_{max}$  だけビット反転を行う一方、 CRC 手段 3 はその CRC 上限回数  $j_{max}$  だけ CRC を行って、 その間 CRC により誤りが検出されなかった場合のみビット系列記憶手段 6 がそのビット系列を復号データの候補として記憶することになる。

【0054】そして、 CRC 回数  $j$  が CRC 上限回数  $j_{max}$  と等しくなった場合には (ステップ 350 “YES”) 、 続いてビット系列記憶手段 6 に復号データ候補として記憶されたビット系列の有無を判断して (ステップ 380) 、 復号データ候補のビット系列が記憶されていない場合には (ステップ 380 “NO”) 、 誤り検出として復号を終了する。

【0055】これに対し、 ビット系列記憶手段 6 に候補のビット系列が記憶されている場合には (ステップ 380 “YES”) 、 続いて信頼度情報計算・選択手段 7 が、 ビット系列記憶手段 6 に記憶されたそのビット反転後のビット系列と、 ビタビ復号手段 2A から出力されたビット反転前のビット系列とを比較して、 ビット反転が起こっているビットの信頼度情報を総和を求め、 信頼度情報が最小となるビット系列を選択して復号データとし

て出力して、復号を終了するようとする。なお、ビット系列記憶手段6に候補のビット系列が1つのみ記憶されている場合には、信頼度情報の総和を求めて選択することなしに、そのビット系列を復号データとして出力するようとする。

【0056】従って、この実施の形態3の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列のそれぞれのビットに信頼度情報を付加し、その信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行いながらCRCを予め定めた回数だけ行い、その中でCRCにより誤りが検出されなかったビット系列を復号データの候補としておき、候補が複数存在する場合には反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を復号データとして出力するようにしたため、ビタビ復号が数ビットのみ誤っていた場合には訂正可能となると共に、ビット反転後のCRCにより誤りのないビット系列が複数あっても、そのビット反転を行ってたビットの信頼度情報に基づいて復号データを選択するので、複数の候補の中から信頼度の最も高いものを復号データとして選択することができ、上記実施の形態1、2の場合より復号誤り率を改善することができる。また、計算量に関しては、上記実施の形態1、2の場合と同様に、復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加はなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0057】実施の形態4。次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態4について説明する。図8は、この発明の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。なお、上記実施の形態1～3の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、5はCRCカウント手段、6はビット系列記憶手段、8はビット系列を畳み込み符号で符号化する再符号化手段、9は候補として記憶したビット系列と元のビット系列とを比較して、反転しているビットの軟判定情報の総和を求め、反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるものを選択する軟判定情報計算・選択手段である。

【0058】次に動作について説明する。図9に、この実施の形態4の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。なお、図9においてステップ400～480までの処理は、図7に示す上記実施の形態3のステップ300～380までの処理と同じなので、ステップ480以下の処理について説明するものとする。

【0059】つまり、復号データ候補のビット系列がビット系列記憶手段6に記憶されているか否かを判断した際（ステップ480）、復号データ候補のビット系列がビット系列記憶手段6に記憶されている場合には（ステップ480“YES”）、まず、再符号化手段8が、ビ

ット系列記憶手段6に記憶されているビット系列を畳み込み符号へ符号化し（ステップ490）、続いて軟判定情報計算・選択手段9が、受信データと再符号化手段8により再符号化されたビット系列とを比較して、反転しているビットの軟判定情報の総和を求め、反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力し復号を終了する（ステップ495）。

【0060】従って、この実施の形態4の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列のそれぞれのビットに信頼度情報を付加し、その信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行いながらCRCを予め定めた回数だけ行い、その中でCRCにより誤りが検出されなかったビット系列を復号データの候補としておき、候補が存在する場合にはそれぞれの候補を畳み込み符号で再符号化した系列と受信データを比較した際、反転しているビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を復号データとして出力して復号を終了し、候補が存在しない場合には誤り検出として復号を終了する復号処理を行うようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加はなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0061】また、この実施の形態4では、候補が存在する場合にはそれぞれの候補を畳み込み符号で再符号化するようにしたため、再符号化の手間および時間はかかるものの、再符号化しない実施の形態3等の場合と比較して、正しいものを選択できる確率を向上させることができる。

【0062】実施の形態5。次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態5について説明する。図10は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態5を示すブロック図である。図において、なお、上記実施の形態1～4の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、5はCRCカウント手段、6はビット系列記憶手段、7は信頼度情報計算・選択手段、10はビット系列記憶手段6が復号データ候補として記憶されたビット系列の候補数kをカウントして、その候補数kが予め定めた候補上限数k<sub>max</sub>に達するまでビット反転手段4AやCRC手段3にビット反転やCRCを行わせるビット系列カウント手段である。

【0063】次に動作について説明する。図11に、この実施の形態5の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1が

その受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算し（ステップ500）、続いてビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスメトリックの大きなパスを選択し、トレスバックにより復号した復号データを生成する（ステップ510）。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したブランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0064】次に、ビット系列カウント手段10は、候補上限個数kに初期値0をセットして（ステップ520）、次にCRC手段3が入力したビット系列に対してCRCを行い（ステップ530）、CRCの結果、誤りが検出されなかった場合には（ステップ530“未検出”）、そのビット系列を復号データの候補として記憶し（ステップ540）、続いてビット系列カウント手段10が復号データ候補として記憶したビット系列の候補数kが所定の候補上限数k<sub>max</sub>に達したか否かを判断する（ステップ550）。

【0065】そして、候補数kが候補上限数k<sub>max</sub>に達していない場合には（ステップ550“NO”）、上記実施の形態4等の場合と同様に、ビット系列カウント手段10が候補数kを1回増加し（ステップ570）、続いてビット反転手段4Aが上記実施の形態1～4の場合と同様に各ビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行い（ステップ560）、上記ステップ530のCRCによる誤り検出処理に戻ってそれ以下の処理を行うようとする。

【0066】その結果、ビット系列記憶手段6に予め定めた候補上限数k<sub>max</sub>までビット系列が記憶されるまで、ビット反転およびCRCが行われることになる。

【0067】そして、ビット系列記憶手段6に記憶された候補数kが候補上限数k<sub>max</sub>と等しくなった場合には（ステップ550“YES”）、次いで信頼度情報計算・選択手段7が、ビタビ復号手段2Aから出力されたビット系列と上記候補として記憶したビット系列とを比較して、ビット反転されたビットの信頼度情報の総和を求め、信頼度情報が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力し（ステップ580）、復号を終了する。

【0068】従って、この実施の形態5の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列のそれぞれのビットに信頼度情報を付加し、その信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行いながらさらにCRCを行い、CRCにより誤りが検出されないビット系列を復号データ候補として予め定めた上限数k<sub>max</sub>だけ記憶し、その候補の中から反転したビット系列の信頼度情報の総和が最小となるビット系列を復号データとして選択するようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた

場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上すると共に、複数の復号データ候補のうちから信頼度情報の総和が小さいものを選択するので、より復号誤り率を改善することができる。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加はなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の附加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0069】実施の形態6、次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態6について説明する。図12は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態の構成を示すブロック図である。なお、上記実施の形態1～5の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、6はビット系列記憶手段、8は再符号化手段、9は軟判定情報計算・選択手段、10はビット系列カウント手段である。

【0070】次に動作について説明する。図13に、この実施の形態6の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。なお、図13に示すこの実施の形態6のステップ600～670までの処理は、上記実施の形態4の図9に示すステップ400～470までの処理と同じなので、ここまででの処理の説明は省略するものとする。

【0071】つまり、ビット系列カウント手段10が復号データ候補として記憶したビット系列の候補数kが所定の候補上限数k<sub>max</sub>に達したか否かを判断した際（ステップ650）、候補数kが候補上限数k<sub>max</sub>に達した場合には（ステップ650“YES”）、この実施の形態6では、まず、再符号化手段8が、ビット系列記憶手段6に記憶されたビット系列を畳み込み符号へ符号化し（ステップ680）、続いて軟判定情報計算・選択手段9が、受信データと再符号化手段8によって再符号化されたビット系列とを比較して、反転しているビットの軟判定情報の総和を求め、反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力し（ステップ690）、復号を終了する。

【0072】従って、この実施の形態6の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列のそれぞれのビットに信頼度情報を付加し、その信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行いながらさらにCRCを行い、CRCにより誤りが検出されないビット系列を復号データ候補として予め定めた個数だけ記憶し、それぞれの候補を畳み込み符号で再符号化した系列と受信データとを比較した際、反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を復号データとして出力して復号を終了する復号処理を行うようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転によ

り訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0073】実施の形態7. 次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態7について説明する。図14は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態7の構成を示すブロック図である。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Bはビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、ビットの信頼度情報が最大であるビットを最上位ビットとみなした2進数が0からカウントアップしていく順にビット反転を行うビット反転手段である。

【0074】次に動作について説明する。図15に、この実施の形態7の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算する(ステップ700)。次に、ビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスマトリックの大きなパスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する(ステップ710)。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したブランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0075】次に、CRC手段3が入力したビット系列に対してCRCを行って誤りの有無を検出し(ステップ720)、CRCの結果、誤りが検出されなかった場合には(ステップ720“未検出”)、そのビット系列を復号データとして出力して復号を終了する。なお、ここまで処理は、上記実施の形態1の場合と同様である。

【0076】これに対し、CRCの結果、誤りが検出された場合には(ステップ720“検出”)、この実施の形態7では、ビット反転手段4Bがビタビアルゴリズムによって復号をすることにより得られたビット系列に対してビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、最大であるビットを最上位ビットとみなして信頼度情報の小さいビットほど下位ビットにして表わした2進数を2進数的にビット反転を行い(ステップ730)、再びCRC手段3へ入力してステップ720の処理を行わせて、CRC手段3により誤りが検出されなくなるまでこのステップ730の処理を繰り返すようとする。

【0077】ここで、ビット反転手段4Bによる2進数的なビット反転とは、例えば信頼度情報のデータ長が4ビットであるとし、1がビット反転する位置、0がビット反転しない位置を示すものとすると、(0000)→(0001)→(0010)→(0011)→(010

0)→(0101)→(0110)→(0111)→(1000)→(1001)→(1010)→(1011)→(1100)→(1101)→(1110)→(1111)、というように2進数で表わした数字が1ずつ増えていくようにビット反転を行うことをいう。

【0078】図16に、この実施の形態7のビット反転手段4Bにおけるビット反転順の具体的方法を示す。この図では、図3に示す実施の形態1の場合と同様に、“00000”および“01101”との2つのビット系列を受信し、共に信頼度が“35241”であるとする。

【0079】すると、この実施の形態7では、ビット反転手段4Bがビタビアルゴリズムによって復号をすることにより得られたビット系列に対してビットの信頼度情報が最小である左から5ビット目を最下位ビットとし、以下順に下位ビットを左から3ビット目、左から1ビット目、左から4ビット目とし、左から3ビット目を最上位ビットとみなした2進数を2進数的にビット反転を行う。

【0080】つまり、図16において、例えば“01101”的ビット系列の場合には、1回目のビット反転において優先度が1である左から5ビット目がビット反転されて“01100”となり、2回目のビット反転で2進数表示で“10”となる優先度が2である左から3ビット目がビット反転されて“01001”となり、3回目のビット反転で2進数表示で“11”となる優先度が1、2である左から3ビット目、5ビット目がビット反転されて“01000”となり、4回目のビット反転で2進数表示で“100”となる優先度が3である左から1ビット目がビット反転されて“11101”となり、5回目のビット反転で2進数表示で“101”となる優先度が1、3である左から1ビット目と5ビット目がビット反転されて“11100”となる。

【0081】従って、この実施の形態7の誤り訂正復号装置によれば、ビット反転する際、ビット反転する順序を、ビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、最大であるビットを最上位ビットとみなした2進数をカウントアップしていくような順序でビット反転を行うようにしたため、反転するビットの信頼度情報の総和が小さい順にビット反転する場合とはビット反転する順序が異なるものの、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0082】なお、この実施の形態7では、上述したように実施の形態1の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4Aをビット反転手段4Bに変えた構成で説明し

たが、本発明では、上記実施の形態2～6の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4Aをこの実施の形態7のビット反転手段4Bに変えるようにしても勿論よく、上記実施の形態2～6と同様の効果が得られる。

【0083】実施の形態8. 次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態8について説明する。図16は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態8の構成を示すブロック図である。なお、この実施の形態において上記他の実施の形態の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Cは反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うビット反転手段である。

【0084】次に動作について説明する。図18に、この実施の形態8の復号手段の動作である接続符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算し(ステップ800)、続いてビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスマトリックの大きなパスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する(ステップ810)。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したプランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0085】次に、CRC手段3が入力したビット系列に対してCRCを行って誤りの有無を検出し(ステップ820)、CRCの結果、誤りが検出されなかった場合には(ステップ820“未検出”)、そのビット系列を復号データとして出力して復号を終了する。なお、ここまで処理は、上記実施の形態1, 7の場合と同様である。

【0086】これに対し、CRCの結果、誤りが検出された場合には(ステップ820“検出”)、この実施の形態8では、ビット反転手段4Cが、ビタビアルゴリズムによって復号することにより得られたビット系列に対し、反転するビットの総数が小さい順序で反転するビットの総数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行い(ステップ830)、そのビット反転したビット系列を再びCRC手段3へ入力してステップ820の処理を行わせ、CRC手段3により誤りが検出されなくなるまでこのステップ830のビット反転処理を繰り返すようとする。

【0087】図19(a), (b)に、それぞれ、実施の形態8のビット反転手段4Cにおけるビット反転順の具体的方法を示す。この図では、図3に示す実施の形態1の場合と同様に、“00000”および“0110

1”の2つのビット系列をビット反転するものとし、共に信頼度が“35241”であるとする。

【0088】図19(a)は、反転するビットの総数が小さい順序で反転し、ビット数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さいものを優先し、優先度情報の総和が同じである場合には、さらに信頼度情報の小さいものが含まれているものを優先し、それでも優先度が決まらない場合には任意の順でビット反転を行う方法を示している。

【0089】図19(b)は、反転するビットの総数が小さい順序で反転し、ビット数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さいものを優先し、優先度情報の総和が同じである場合には、任意の順、すなわちこの例では左ビット優先の順で反転する方法を示している。

【0090】このため、ビット系列“00000”的において、ビット反転順が8回目と9回目とでは、図19(a)に示す方法の場合には、優先度情報の総和が同じである場合には、信頼度情報の小さいものが含まれているものを優先するので、“00011”、“10100”的順でビット反転を行うが、図19(b)に示す方法の場合には、優先度情報の総和が同じである場合には、左ビット優先の順序にするので、“10100”、“00011”的順でビット反転を行うことになる。

【0091】従って、この実施の形態8の誤り訂正復号装置によれば、ビット反転する際、ビット反転する順序を、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行うようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0092】なお、この実施の形態8では、実施の形態1の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4Aをビット反転手段4Cに変えた構成で説明したが、本発明では、上記実施の形態2～6の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4Aをこの実施の形態8のビット反転手段4Cに変えるようにしても勿論よい。このようにした場合、その動作は詳細には説明しないが、各実施の形態2～6におけるビット反転処理である図5のステップ260、図7のステップ370、図9のステップ470、図11のステップ570、図13のステップ670の処理が、図18に示すこの実施の形態8のステップ830の処理に置き代わることになる。

【0093】実施の形態9. 次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態9について説明する。図20は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態9の構

成を示すブロック図である。なお、この実施の形態において上記他の実施の形態の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Dは反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の順序（この実施の形態9では、例えば左ビット優先の順とする。）でビット反転を行なうビット反転手段である。なお、この実施の形態9では、ビット反転手段4Dがビット反転の際に信頼度情報を使用しないので、ビタビ復号手段2Aは、復号の際に各ビットに信頼度情報を付加しないようにしても良い。

【0094】次に動作について説明する。図21に、この実施の形態9の復号手段の動作である接続符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。なお、ステップ900～ステップ920で“未検出”と判断されるまでは、図18に示す上記実施の形態8のステップ800～820までの処理と同じなので、ここまで処理の説明は省略する。

【0095】つまり、CRCの結果、誤りが検出された場合には（ステップ920“検出”）、この実施の形態9では、ビット反転手段4Dがビタビアルゴリズムによって復号することにより得られたビット系列に対して、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の例えば左ビット優先等の順序でビット反転を行い（ステップ930）、そのビット反転したビット系列を再びCRC手段3へ入力してステップ920の処理を行なわせ、CRC手段3により誤りが検出されなくなるまでこのステップ930の処理を繰り返すようにする。

【0096】図22に、この実施の形態9のビット反転手段4Dにおけるビット反転順の具体的方法を示す。この図では、図3に示す実施の形態1等の場合と同様に、“00000”および“01101”的2つのビット系列をビット反転するものとし、共に信頼度が“35241”であるとする。すると、ビット反転手段4Dは、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の例えば左ビット優先等の順序でビット反転を行うので、“00000”的ビット系列の場合、“10000”、“01000”“00100”、“00010”的順でビット反転を行うことになる。

【0097】従って、この実施の形態9の誤り訂正復号装置によれば、ビット反転する際、ビット反転する順序を、反転するビットの総数が小さい順で、反転するビットの総数が同じ場合には任意の順序でビット反転を行うようにしたため、反転するビットの信頼度情報の総和が小さい順にビット反転する場合と同様に、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占

めるビタビ復号操作の計算量の増加はなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0098】また、この実施の形態9では、信頼度情報を用いないでビット反転を行なっているため、その分だけ計算量を削減することができ、高速に誤り訂正を行なうことができる。

【0099】なお、この実施の形態9では、上述したように実施の形態1の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4Aをビット反転手段4Dに変えた構成で説明したが、本発明では、上記実施の形態2～6の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4Aをこの実施の形態9のビット反転手段4Dに変えるようにしても勿論よい。このようにした場合、その動作は詳細には説明しないが、各実施の形態2～6におけるビット反転処理である図5のステップ260、図7のステップ370、図9のステップ470、図11のステップ570、図13のステップ670の処理が、図21に示すこの実施の形態9のステップ930の処理に置き代わることになる。このため、特に、このビット反転手段4Dによるビット反転では、信頼度情報を何ら考慮せずにビット反転を行なっているため、実施の形態3～6のように、復号データ候補となるビット系列を記憶しておき、その内から信頼度情報の総和や軟判定情報の総和が小さいものを復号データとして選択するものに、この実施の形態9のビット反転手段4Dを適用した場合には、複数の候補中から1の復号データを選択する際に、信頼度情報や軟判定情報を参照することになり、この実施の形態9の場合より、誤り訂正能力がより向上することになる。

【0100】実施の形態10。次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態10について説明する。図23は本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態10の構成を示すブロック図である。なお、この実施の形態において上記他の実施の形態の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、11Aはビット系列のビットの信頼度情報の総和を求める信頼度情報の総和が予め定めた閾値以下である場合には誤り検出としてこの復号を終了する一方、大きい場合にはCRC手段3へ復号されたビット系列を出力する信頼度情報検査手段である。

【0101】次に動作について説明する。図24に、この実施の形態10の復号手段の動作である接続符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算し（ステップ1000）、続いてビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスマトリックの大きなバスを選択し、トレスバックにより復号した復号

データを生成する（ステップ1010）。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したブランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0102】次に、この実施の形態10では、信頼度情報検査手段11Aが、ビタビ復号手段2Aから出力されたビット系列の各ビットの信頼度情報の総和を求め、その信頼度情報の総和が予め定めた閾値θより大きいか否かを判断する（ステップ1020）。

【0103】そして、その信頼度情報の総和が予め定めた閾値θ以下である場合には（ステップ1020“NO”）、複合されたビット系列が信頼できないものであると判断して、誤り検出として復号を終了する。その一方、その信頼度情報の総和が予め定めた閾値θより大きい場合には（ステップ1020“YES”）、まず、CRC手段3が入力したビット系列に対してCRCを行い、CRCにより誤りが検出されるか否かを判断して（ステップ1030）、CRCにより誤りが検出されなかった場合には（ステップ1030“未検出”）、そのビット系列を復号データとして出力して復号を終了する。

【0104】これに対し、CRCにより誤りが検出された場合には（ステップ1030“検出”）、上記実施の形態1等の場合と同様に、ビット反転手段4Aがビタビアルゴリズムによって復号することにより得られたビット系列に対し、反転するビットの信頼度情報の総数が小さくなる順にビット反転を行い（ステップ1040）、再びCRC手段3へ入力してステップ103の処理を行わせ、CRC手段3により誤りが検出されなくなるまでこのステップ1040のビット反転処理を繰り返すようになる。

【0105】従って、この実施の形態10の誤り訂正復号装置によれば、CRCを実行する前に、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列の信頼度情報を総和を検査し、総和が予め定めた閾値以下である場合は、誤り検出として復号を終了する復号処理を付加することにより、ビット系列全体として信頼度情報が低い場合は誤り検出として復号処理を行なわないようにしたため、誤り訂正能力をより向上させることができる。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0106】なお、この実施の形態10では、上述したように実施の形態1の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4AとCRC手段3との間に、ビット系列の信頼度情報の検査を行う信頼度情報検査手段11Aを設けて説明したが、本発明では、上記実施の形態2～9に対し同様に信頼度情報検査手段11Aを設けるようにしても勿論良く、このようにすればビット系列全体として信

頼度情報が低い場合は誤り検出として復号処理を行なわないでの、誤り訂正能力をより向上させることができる。

【0107】実施の形態11。次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態11について説明する。図25は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態11の構成を示すブロック図である。なお、この実施の形態11において上記他の実施の形態の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、11Bはビット系列のビットの信頼度情報の総和を求め信頼度情報の総和が予め定めた閾値以下である場合でもCRC手段3にCRCによる誤り検出を1回だけ行わせる信頼度情報検査手段である。

【0108】次に動作について説明する。図26に、この実施の形態11の復号手段の動作である接続符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。なお、この図26におけるステップ1100～1140までの処理は、図24に示す上記実施の形態10のステップ1000～1040までの処理と同じであるため、それ以降の処理について説明する。

【0109】つまり、この実施の形態11では、信頼度情報検査手段11Aが、ビタビ復号手段2Aから出力されたビット系列の各ビットの信頼度情報の総和を求め、その信頼度情報の総和が予め定めた閾値θより大きいか否かを判断した際（ステップ1120）、その信頼度情報の総和が予め定めた閾値θ以下である場合には（ステップ1120“NO”）、上記実施の形態10のように直に誤り検出として復号を終了するのではなく、繰りてCRC手段3が1回だけCRCを行って誤りが検出されるか否かを判断し（ステップ1150）、誤りが検出された場合には（ステップ1150“検出”）、誤り検出として復号を終了する一方、誤りが検出されなかった場合には（ステップ1150“未検出”）、このビット系列を受信データとして復号を終了する。

【0110】従って、この実施の形態11の誤り訂正復号装置によれば、CRCを実行する前に、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列の信頼度情報を総和を検査し、総和が予め定めた閾値θ以下である場合でもCRCを1回だけ行い、誤りが検出された場合には誤り検出として復号を終了する一方、誤りが検出されなかった場合にはそのビット系列を復号データとして終了するようにしたため、ビット系列全体として信頼度情報が低い場合でもCRCによる誤り未検出の結果を重視して受信データを出力することが可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加はほとんどなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0111】なお、この実施の形態11では、上述したように実施の形態1の誤り訂正復号装置におけるビット反転手段4AとCRC手段3との間に、ビット系列の信頼度情報の検査を行う信頼度情報検査手段11Bを設けて説明したが、本発明では、上記実施の形態2～9に対し同様に信頼度情報検査手段11Bを設けるようにしても勿論良い。

【0112】実施の形態12。次に、この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態12について説明する。図27は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態12の構成を示すブロック図である。なお、この実施の形態12において上記他の実施の形態の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、12Aは入力した受信データのビットの軟判定情報の総和を求め軟判定情報の総和が予め定めた閾値以下である場合には誤り検出とし、大きい場合にはビタビ復号手段2Aへ受信データを出力する軟判定情報検査手段である。

【0113】次に動作について説明する。図28に、この実施の形態12の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。復調手段1に受信データが入力すると、まず、復調手段1がその受信データの復調を行うと同時に、受信した信号の振幅と位相から受信信号の軟判定情報を計算する（ステップ1200）。

【0114】次に、この実施の形態12では、軟判定情報検査手段12Aが復調手段1で生成された軟判定情報の総和を求め、軟判定情報の総和が予め定めた閾値より大きいか否かを判断して（ステップ1210）、軟判定情報の総和が予め定めた閾値以下である場合には（ステップ1210“NO”）、誤り検出として復号を終了する。

【0115】その一方、軟判定情報の総和が予め定めた閾値より大きい場合には（ステップ1210“YES”）、ビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスマトリックの大きなバスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する（ステップ1220）。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したブランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0116】その後は、上記実施の形態1等の場合と同様に、CRC手段3が復号されたビット系列に対してCRCを行って、誤りが検出されるか否かを判断し（ステップ1230）、誤りが検出されなかった場合は（ステップ1230“未検出”）、このビット系列を復号データとして出力して復号を終了する一方、誤りが検出された場合には（ステップ1230“検出”）、ビット反転手段4Aがビタビアルゴリズムによって復号することに

より得られたビット系列に対し、反転するビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行い（ステップ1240）、再びCRC手段3へ入力してステップ1230の処理を行わせ、CRC手段3により誤りが検出されなくなるまでこのステップ1230のビット反転処理を繰り返させるようとする。

【0117】従って、この実施の形態12の誤り訂正復号装置によれば、ビタビ復号手段2Aがビタビアルゴリズムによって復号する前に、入力系列のビットの軟判定情報の総和を求めて軟判定情報の総和が予め定めた閾値より大きいか否かを判断し、その閾値以下である場合には誤り検出として復号を終了するようにしたため、複合されたビット系列のビット全体として軟判定情報が低い場合には誤り検出とができ、誤り訂正能力をより向上させることができ。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加はなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0118】なお、この実施の形態12では、実施の形態1の誤り訂正復号装置における復調手段1とビタビ復号手段2Aとの間に、入力系列のビットの軟判定情報の総和を求めて軟判定情報の総和が予め定めた閾値以下である場合には誤り検出として復号を終了する軟判定情報検査手段12Aを設けて説明したが、本発明では、上記実施の形態2～9に対し同様に軟判定情報検査手段12Aを設けるようにしても勿論良い。

【0119】実施の形態13。図29は、本発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態13の構成を示すブロック図である。なお、この実施の形態13において上記他の実施の形態の構成と同一機能を有するものには同一符号を付して説明する。図において、1は復調手段、2Aはビタビ復号手段、3はCRC手段、4Aはビット反転手段、12Bは入力系列の軟判定情報の総和を求め軟判定情報の総和が予め定めた閾値以下である場合でもビタビアルゴリズムにより復号した後CRC手段3にCRCによる誤り検出を1回だけ行わせるようにした軟判定情報検査手段である。

【0120】次に動作について説明する。図30に、この実施の形態13の復号手段の動作である連接符号の誤り訂正復号方式の手順をフローチャートにより示す。なお、ステップ1300～1340までの処理は、図28に示す上記実施の形態12のステップ1200～1240までの処理と同じであるので、それ以下の処理について説明するものとする。

【0121】つまり、この実施の形態13では、軟判定情報検査手段12Aが復調手段1で生成された軟判定情報の総和を求め、軟判定情報の総和が予め定めた閾値より大きいか否かを判断した際（ステップ1310）、軟判定情報の総和が予め定めた閾値以下であると判断した場合には（ステップ1310“NO”）、軟判定情

報の総和が予め定めた閾値より大きいと判断した場合（ステップ1310 “YES”）と同様に、続いてビタビ復号手段2Aが復調手段1で生成された軟判定情報をもとにパスマトリックの大きなパスを選択し、トレースバックにより復号した復号データを生成する（ステップ1350）。その際、復号されたビット系列のそれぞれのビットに対して選択操作において利用したプランチメトリックの差を信頼度情報として付加する。

【0122】次に、CRC手段3が1回だけCRCを行って誤りが検出されるか否かを判断し（ステップ1360）、誤りが検出された場合には（ステップ1360 “検出”）、誤り検出として復号を終了する一方、誤りが検出されなかった場合には（ステップ1360 “未検出”）、このビット系列を受信データとして出力して復号を終了するようにする。

【0123】従って、この実施の形態13の誤り訂正復号装置によれば、ビタビアルゴリズムによって復号する前に、復調器から出力された軟判定情報の総和を検査し、総和が予め定めた閾値以下である場合でも、ビタビアルゴリズムによって復号した後1回だけCRCを行い、誤りが検出された場合は誤り検出として復号を終了する一方、誤りが検出されなかった場合はそのビット系列を復号データとして出力して復号を終了するようにしたため、ビット系列全体として軟判定情報が低い場合でもCRCによる誤り未検出の結果を重視して受信データを出力することが可能となり、誤り訂正能力が向上する。また、計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0124】なお、この実施の形態13では、実施の形態1の誤り訂正復号装置における復調手段1とビタビ復号手段2Aとの間に軟判定情報検査手段12Bを設けて説明したが、本発明では、上記実施の形態2～9に対し同様に軟判定情報検査手段12Aを設けるようにしても勿論良い。

#### 【0125】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号し、その復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力するようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上し、全体として計算量を減少させることができると共に、誤りのない複数の復号データの候補の中から信頼度の最も高いものを復号データとして選択することにより、復号誤り率を改善することができる。特に、再符号化するようにした場合には、再符号化の手間および時間はかかるものの、再符号化しない場合と比較して、正しいものを選択できる確率を向上させることができる。

計算量に関しては復号の大部分を占めるビタビ復号操作の計算量の増加ではなく、CRC操作の増加およびビット反転操作の付加程度にとどまっており、全体として計算量の増加はない。

【0126】また、次の発明では、さらに、CRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しない場合には、ビット系列のビット反転を行う一方、CRC回数が所定回数に達した場合には、誤り検出として復号を終了するようにしたため、所定回数までビット系列のビット反転およびCRCを行っても、誤りが検出される場合には、これ以上ビット反転およびCRCを継続せずに誤り検出として復号を終了するようにしたため、CRCで誤りが検出された際のビット反転および再CRCの回数ないしはその処理にかかる時間を制限することができる。

【0127】また、次の発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加し、次にその復号されたビット系列に対しCRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出して、誤りが検出されない場合のみそのビット系列を記憶する一方、CRCの回数をカウントしてそのCRC回数が所定回数に達したか否かを判断し、CRC回数が所定回数に達しないと判断された場合には、上記ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行うことにより誤りがあるか否かを検出し、CRC回数が所定回数に達したと判断された場合には、上記記憶したビット系列の数をカウントして、1つもなければ誤り検出として復号を終了する一方、複数ある場合にはそのビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和や、再符号化した後のビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択して復号データとして出力するようにしたため、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上し、全体として計算量を減少させることができると共に、誤りのない複数の復号データの候補の中から信頼度の最も高いものを復号データとして選択することにより、復号誤り率を改善することができる。特に、再符号化するようにした場合には、再符号化の手間および時間はかかるものの、再符号化しない場合と比較して、正しいものを選択できる確率を向上させることができる。

【0128】また、次の発明では、受信データを復調すると共にその受信データに基づいて軟判定情報を生成して、生成された軟判定情報に基づいて上記復調された受信データをビタビアルゴリズムによりビット系列に復号すると共にそのビット系列の各ビットに信頼度情報を付加し、その復号されたビット系列に対しCRCを行うこ

とにより誤りがあるか否かを検出して、誤りが検出されない場合のみそのビット系列を記憶する一方、その記憶したビット系列の数をカウントして、その記憶したビット系列の数が所定数に達したか否かを判断し、記憶したビット系列の数が所定数に達しない場合には、ビット系列のビット反転を行い、ビット反転後のビット系列に対し再度CRCを行わせる一方、記憶したビット系列の数が所定数に達したと判断された場合には、記憶したビット系列のうち反転したビットの信頼度情報の総和が最小となるビット系列を選択したり、あるいはそのビット系列を再符号化して、再符号化した後のビット反転しているビットの軟判定情報の総和が最小となるビット系列を選択するようにしたため、この場合にも、ビタビ復号により復号されたビット系列が数ビットのみ誤っていた場合にはビット反転により訂正可能となり、誤り訂正能力が向上し、全体として計算量を減少させることができると共に、誤りのない複数の復号データの候補の中から信頼度の最も高いものを復号データとして選択することにより、復号誤り率を改善することができる。特に、再符号化するようにした場合には、再符号化の手間および時間はかかるものの、再符号化しない場合と比較して、正しいものを選択できる確率を向上させることができる。

【0129】また、これらの発明において、ビット反転を行なう場合には、ビット反転を行うビットの信頼度情報の総和が小さくなる順にビット反転を行ったり、ビットの信頼度情報が最小であるビットを最下位ビットとみなす一方、最大であるビットを最上位ビットとみなした2進数が0からカウントアップしていく順にビット反転を行ったり、反転するビットの総数が小さい順にビット反転を行うことにより、信頼度が高い順にCRCを行うことができ、迅速、且つ、より少ない計算量で誤り訂正を行うことができる。

【0130】また、これらの発明において、ビタビアルゴリズムによって復号されたビット系列の信頼度情報の総和を検査したり、受信データの復調のときに生成された軟判定情報の総和を検査して、その総和が予め定めた閾値以下である場合には、誤り検出として復号を終了したり、あるいは1回だけCRC手段にビット系列に対しCRCを行わせて誤りがあるか否かを検出させ、誤りが検出されない場合にはそのビット系列を復号データとして出力させる一方、誤りがある場合に誤り検出として復号を終了させるようにしたため、誤り訂正の信頼度をより向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態1の構成を示すブロック図である。

【図2】 実施の形態1の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図3】 実施の形態1のビット反転手段4Aにおけるビット反転順の具体的方法を示す説明図である。

【図4】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態2の構成を示すブロック図である。

【図5】 実施の形態2の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図6】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態3の構成を示すブロック図である。

【図7】 実施の形態3の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図8】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態4の構成を示すブロック図である。

【図9】 実施の形態4の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図10】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態5の構成を示すブロック図である。

【図11】 実施の形態5の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図12】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態6の構成を示すブロック図である。

【図13】 実施の形態6の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図14】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態7の構成を示すブロック図である。

【図15】 実施の形態7の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図16】 実施の形態7のビット反転手段4Bにおけるビット反転順の具体的方法を示す説明図である。

【図17】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態8の構成を示すブロック図である。

【図18】 実施の形態8の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図19】 実施の形態8のビット反転手段4Cにおけるビット反転順の具体的方法を示す説明図である。

【図20】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態9の構成を示すブロック図である。

【図21】 実施の形態9の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図22】 実施の形態9のビット反転手段4Dにおけるビット反転順の具体的方法を示す説明図である。

【図23】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態10の構成を示すブロック図である。

【図24】 実施の形態10の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図25】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態11の構成を示すブロック図である。

【図26】 実施の形態11の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図27】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態12の構成を示すブロック図である。

【図28】 実施の形態12の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

【図29】 この発明に係る誤り訂正復号装置の実施の形態13の構成を示すブロック図である。

【図30】 実施の形態13の誤り訂正復号装置による連接符号の誤り訂正復号方式を示すフローチャートである。

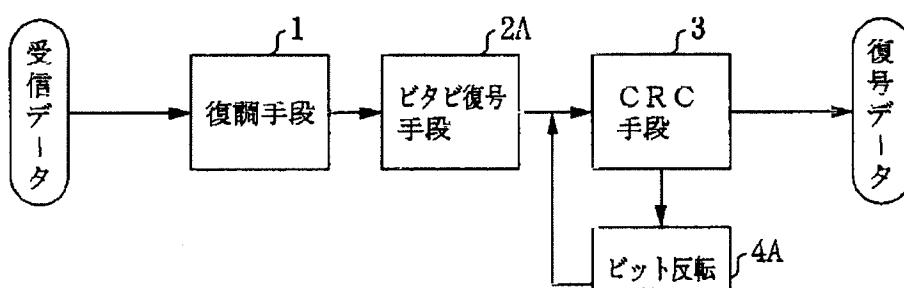
【図31】 従来の連接符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。

【図32】 従来の他の連接符号の誤り訂正復号装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 復調手段、2 A, 2 B ビタビ復号手段、3 CRC手段、4 A, 4 B, 4 C, 4 D ピット反転手段、5 CRCカウント手段、6 ピット系列記憶手段、7 信頼度情報計算・選択手段、8 再符号化手段、9 軟判定情報計算・選択手段、10 ピット系列カウント手段、11 A, 11 B 信頼度情報検査手段、12 A, 12 B 軟判定情報検査手段。

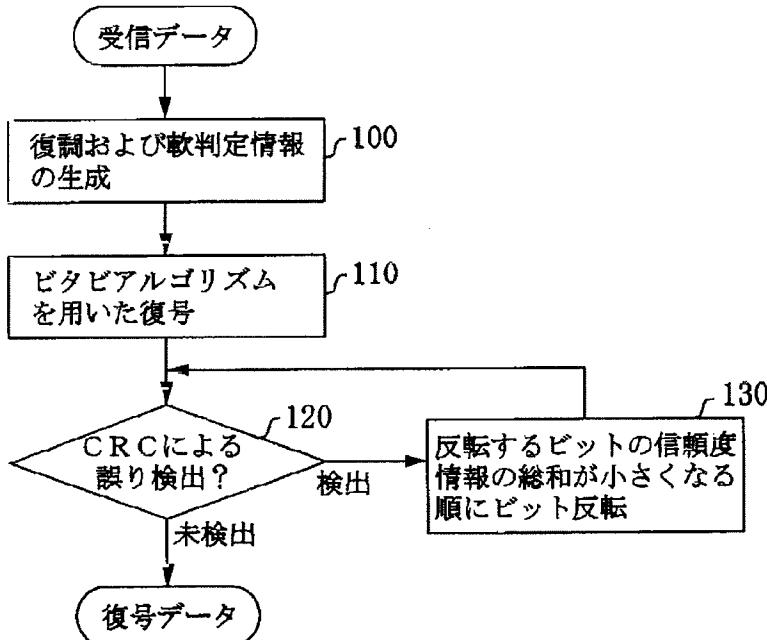
【図1】



【図16】

ビット系列	00000	01101
信頼度情報	35241	36241
1	00001	01100
2	00100	01001
3	00101	01000
4	10000	11101
5	10001	11100
6	10100	11001
7	10101	11000
8	00010	01111
9	00011	01110
10	00110	01011
11	00111	01010
12	10010	11111
13	10011	11110
14	10110	11011
15	10111	11010
16	01000	00101
17	01001	00100
18	01100	00001
19	01101	00000
20	11000	10101
21	11001	10100
22	11100	10001
23	11101	10000
24	01010	00111
25	01011	00110
26	01110	00011
27	01111	00010
28	11010	10111
29	11011	10110
30	11110	10011
31	11111	10010

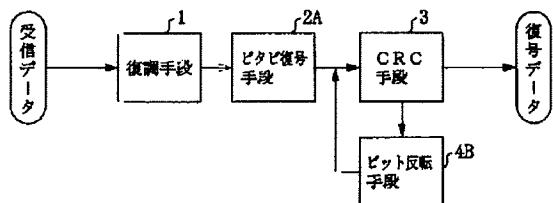
【図2】



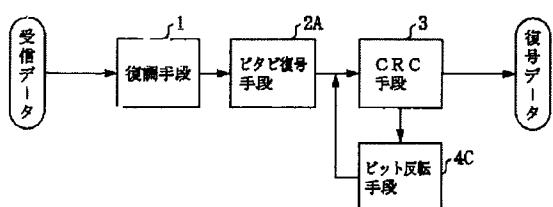
【図3】

方法	(a)	(b)	(c)
ビット系列	00000 01101	00000 01101	00000 01101
信頼度情報	35241 35241	35241 35241	35241 35241
1	00001 01100	00001 01100	00001 01100
2	00100 01001	00100 01001	00100 01001
3	10000 11101	10000 11101	10000 11101
4	00101 01000	00101 01000	00101 01000
5	00010 01111	00010 01111	00011 11100
6	10001 11100	10001 11100	00010 01111
7	01000 00101	01000 00101	10100 11001
8	00011 01110	10100 11001	01000 00101
9	10100 11001	00011 01110	00011 01110
10	01001 00100	01001 00100	10101 11000
11	00110 01011	00110 01011	00101 00100
12	10101 11000	10101 11000	00110 01011
13	01100 00001	10010 11111	10010 11111
14	10010 11111	01100 00001	01100 00001
15	00111 01010	00111 01010	00111 01010
16	11000 10101	11000 10101	11000 10101
17	01101 00000	10011 11110	10011 11110
18	10011 11110	01101 00000	01101 00000
19	01010 00111	01010 00111	11001 10110
20	11001 10100	11001 10100	10110 11011
21	10110 11011	10110 11011	01010 11001
22	01011 00110	11100 00110	11100 00110
23	11100 10001	01011 10001	10111 11010
24	10111 11010	10111 11010	01011 10001
25	01110 00011	01110 00011	11101 10000
26	11101 10000	11101 10000	01110 00011
27	11010 10111	11010 10111	11010 10111
28	01111 00010	01111 00010	01111 00010
29	11011 10110	11011 10110	11011 10110
30	11110 10011	11110 10011	11110 10011
31	11111 10010	11111 10010	11111 10010

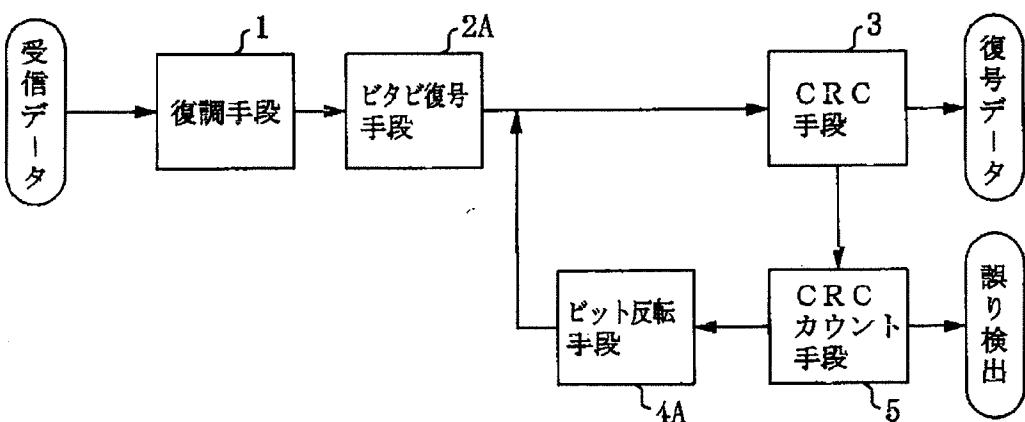
【図14】



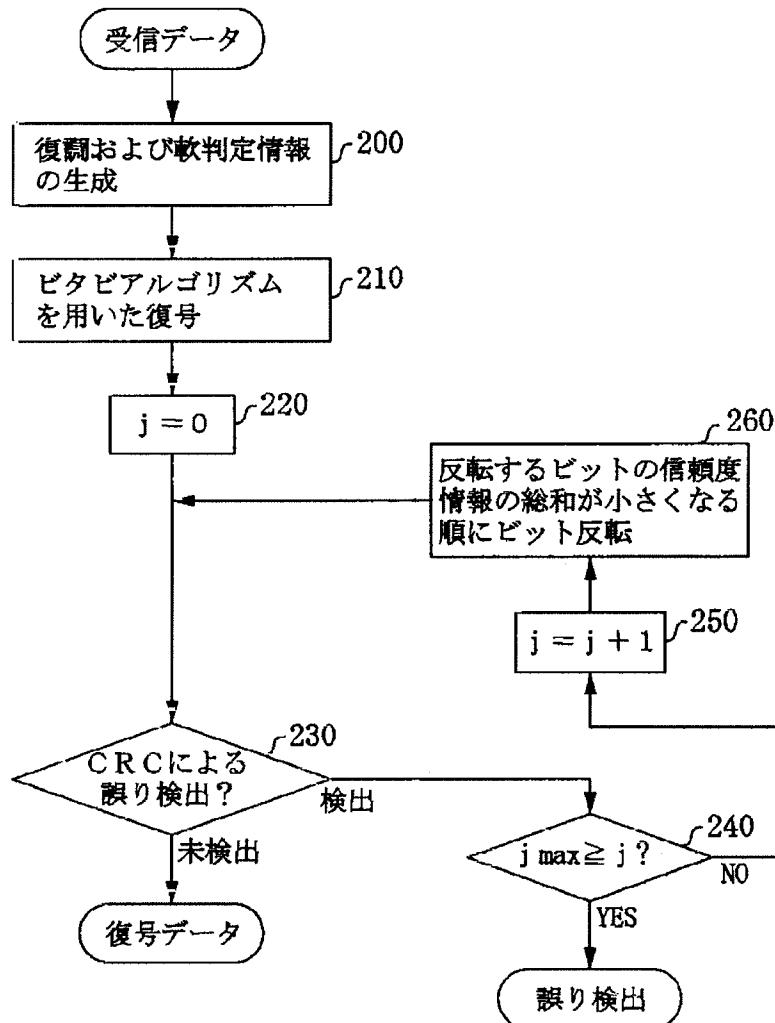
【図17】



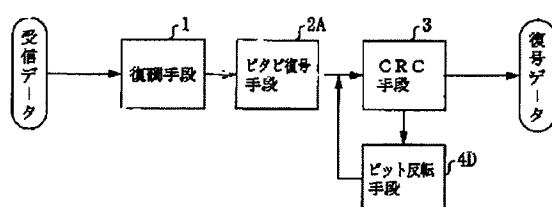
【図4】



【図5】



【図20】



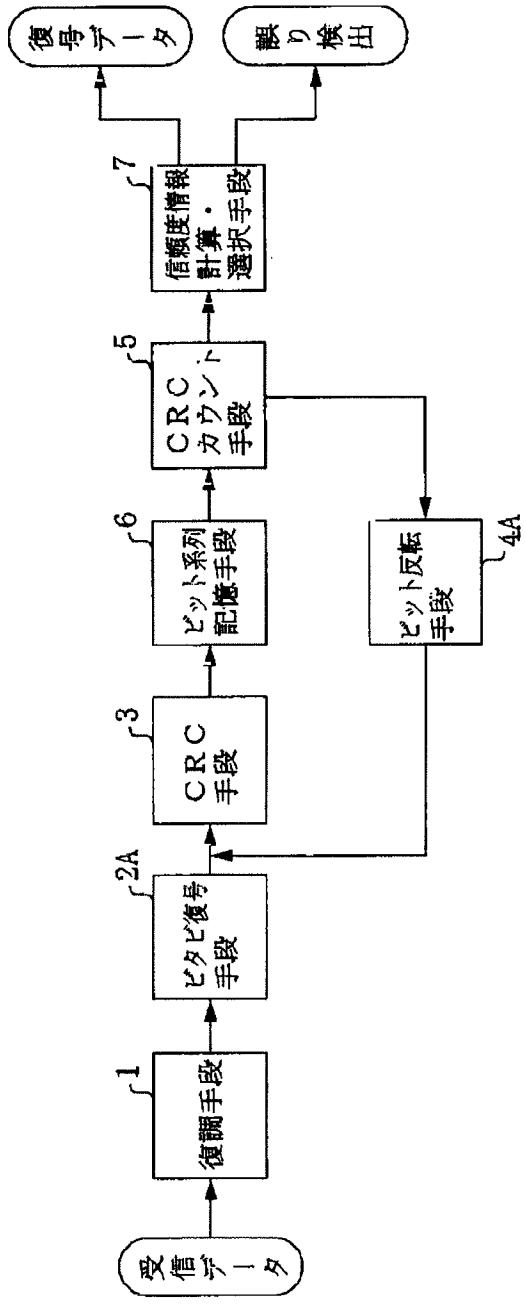
【図19】

方法	(a)	(b)
ビット系列	00000 01101	00000 01101
信頼度情報	35241 35241	35241 35241
1	00001 01100	00001 01100
2	00100 01001	00100 01001
3	10000 11101	10000 11101
4	00010 01111	00010 01111
5	01000 00101	01000 00101
6	00101 01000	00101 01000
7	10001 11100	10001 11100
8	00011 01110	10100 11001
9	10100 11001	00011 01110
10	01001 00100	01001 00100
11	00110 01011	00110 01011
12	01100 00001	10010 11111
13	10010 11111	01100 00001
14	11000 10101	11000 10101
15	01010 00111	01010 00111
16	10101 11000	10101 11000
17	00111 01010	00111 01010
18	01101 00000	10011 11110
19	10011 11110	01101 00000
20	11001 10100	11001 10100
21	10110 11011	10110 11011
22	01011 00110	11100 10001
23	11100 10001	01011 00110
24	01110 00011	01110 00011
25	11010 10111	11010 10111
26	10111 11010	10111 11010
27	11101 11000	11101 11000
28	01111 00010	01111 00010
29	11011 10110	10111 10110
30	11110 10011	11110 10011
31	11111 10010	11111 10010

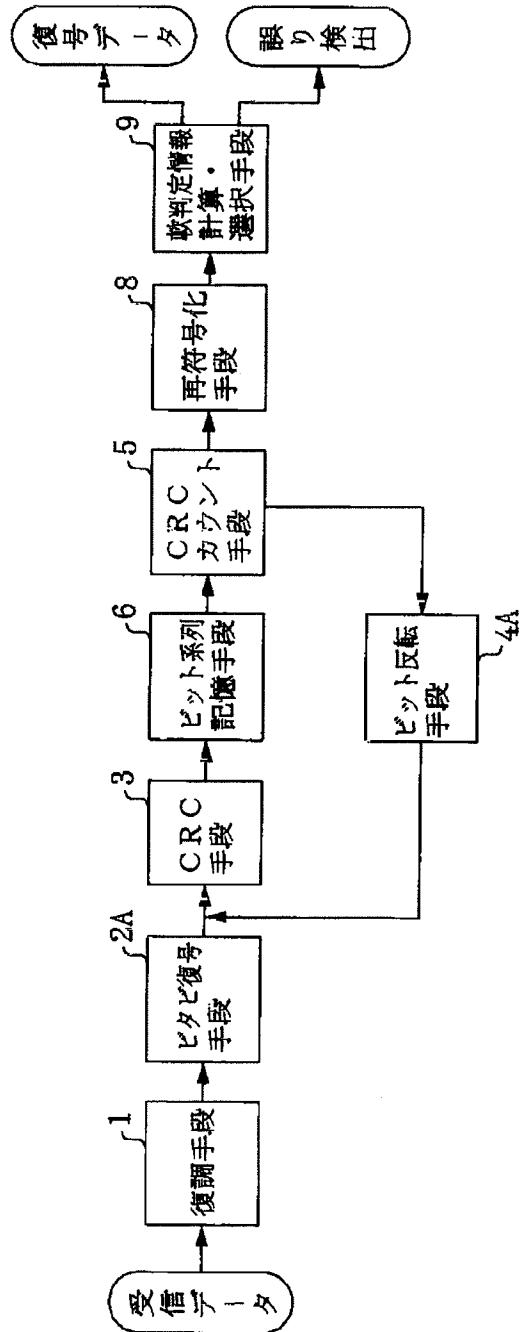
【図22】

方法	(a)	(b)
ビット系列	00000 01101	00000 01101
信頼度情報	35241 35241	35241 35241
1	10000 11101	
2	01000 00101	
3	00100 01001	
4	00010 01111	
5	00001 01100	
6	11000 10101	
7	10100 11001	
8	10010 11111	
9	10001 11100	
10	01100 00001	
11	01010 00111	
12	01001 00100	
13	00110 01011	
14	00101 01000	
15	00011 01110	
16	11100 10001	
17	11010 10111	
18	11001 10100	
19	10110 11011	
20	10101 11000	
21	10011 11110	
22	01110 00011	
23	01101 00000	
24	01011 00110	
25	00111 01010	
26	11110 10011	
27	11101 10000	
28	11011 10110	
29	10111 11010	
30	01111 00010	
31	11111 10010	

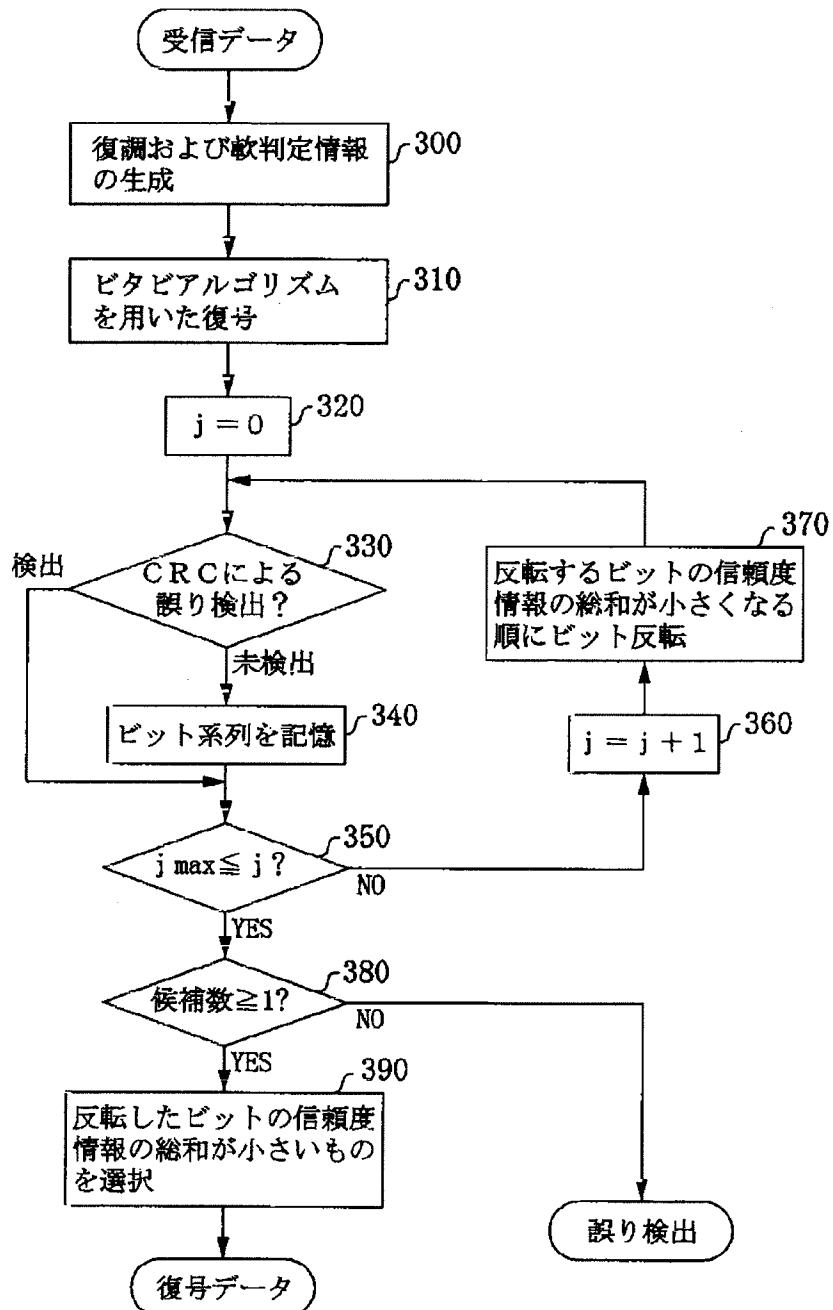
【図6】



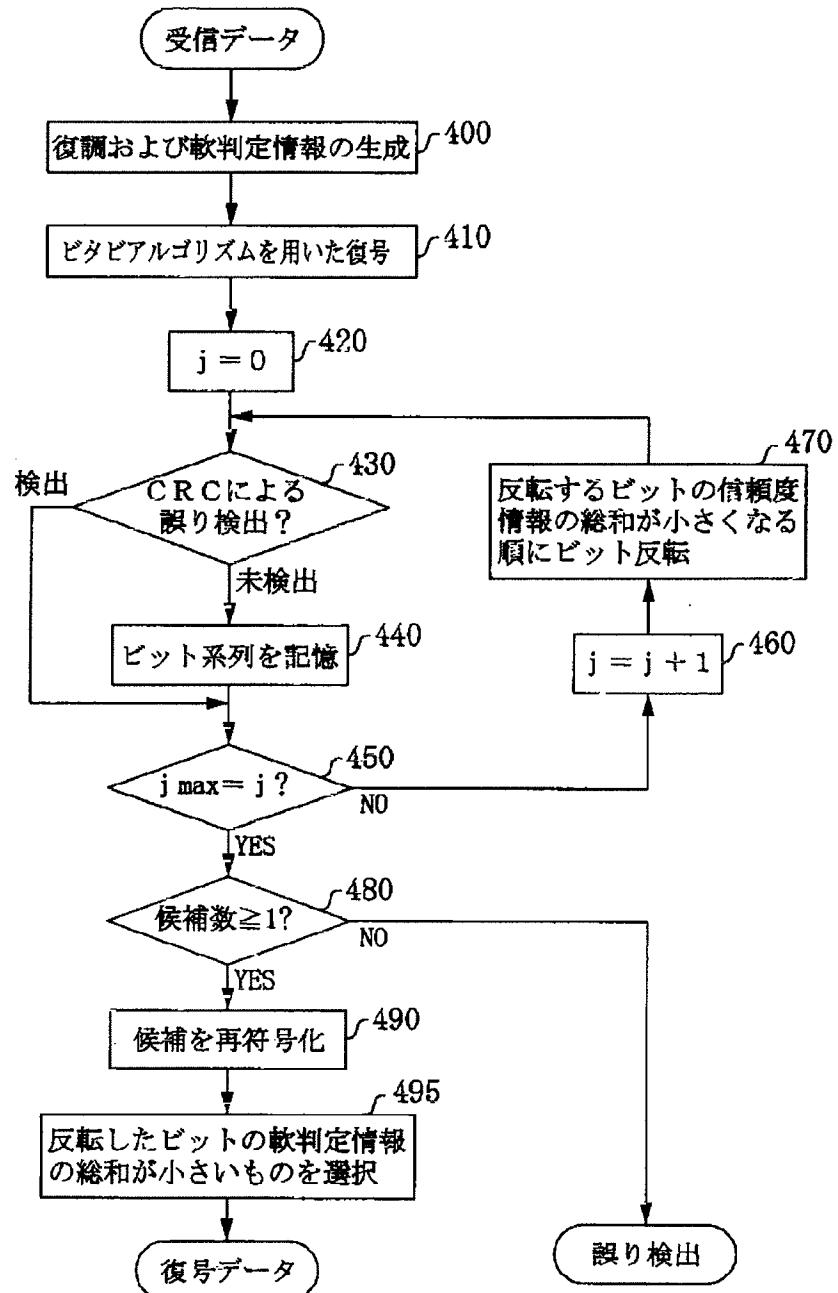
【図8】



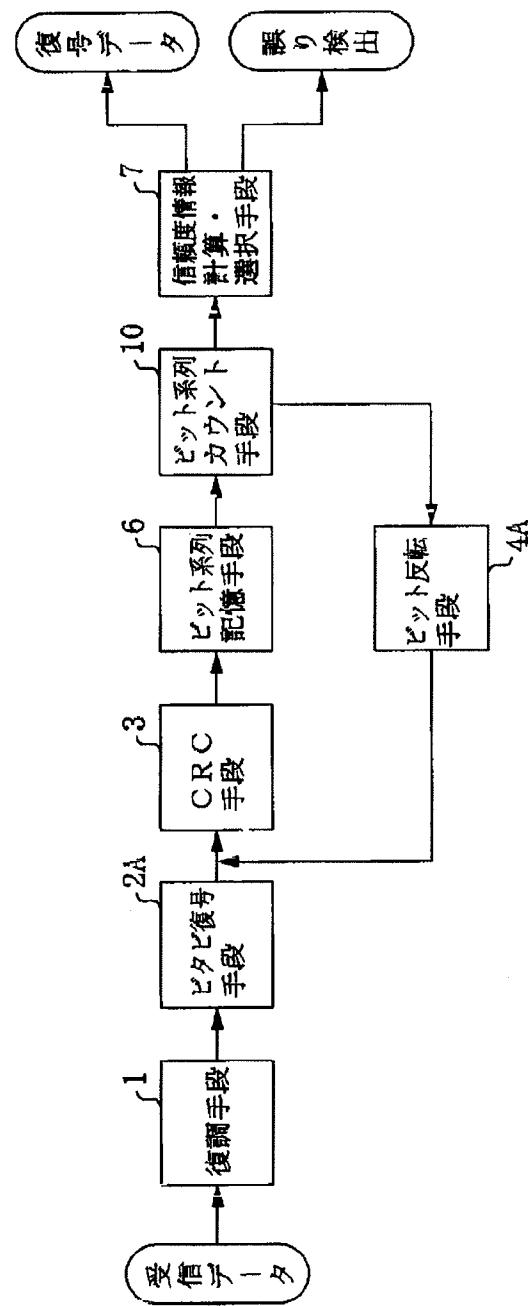
【図7】



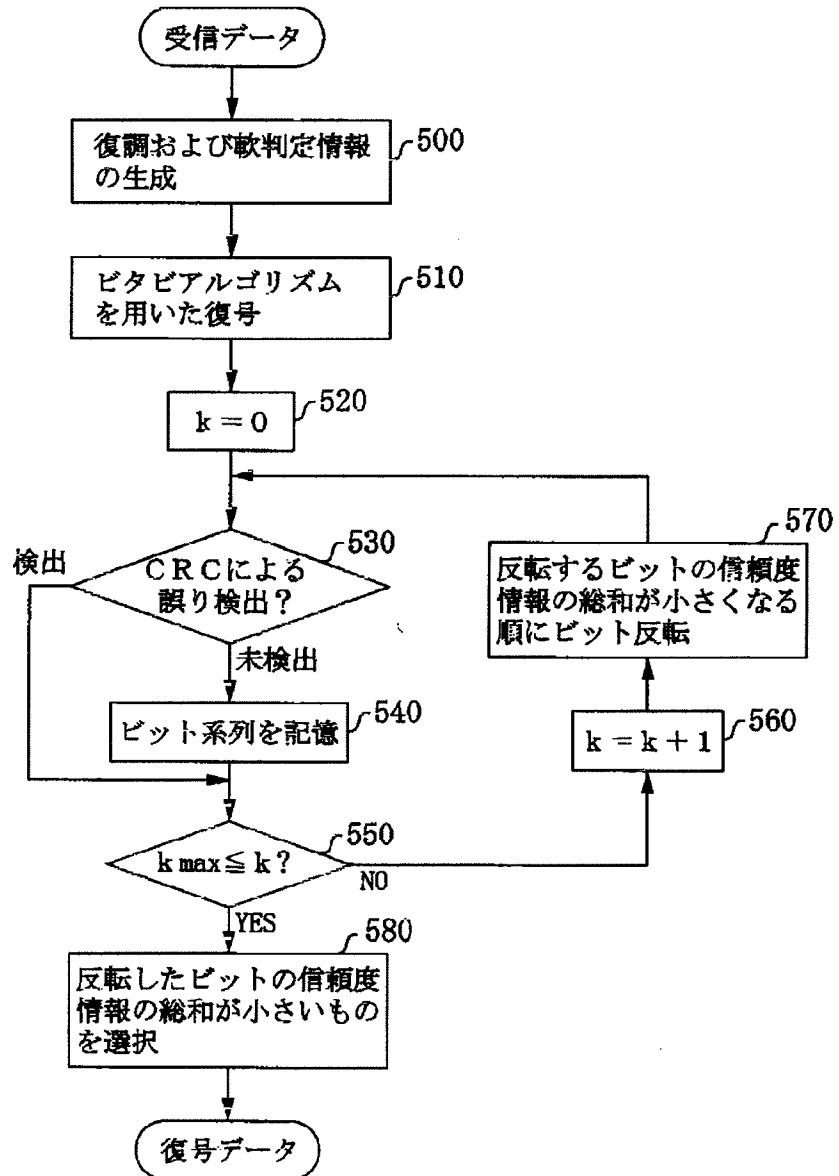
【図9】



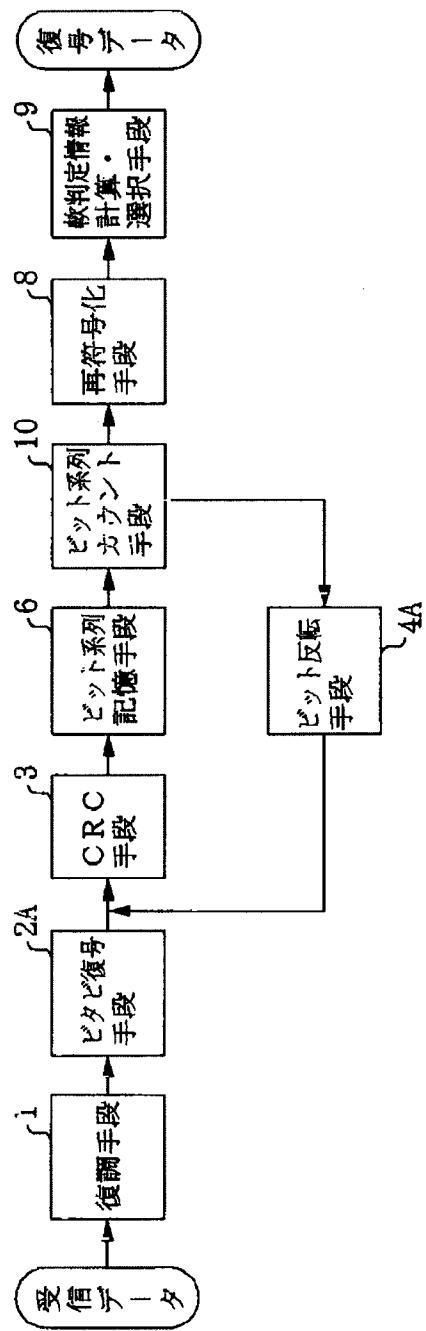
【図10】



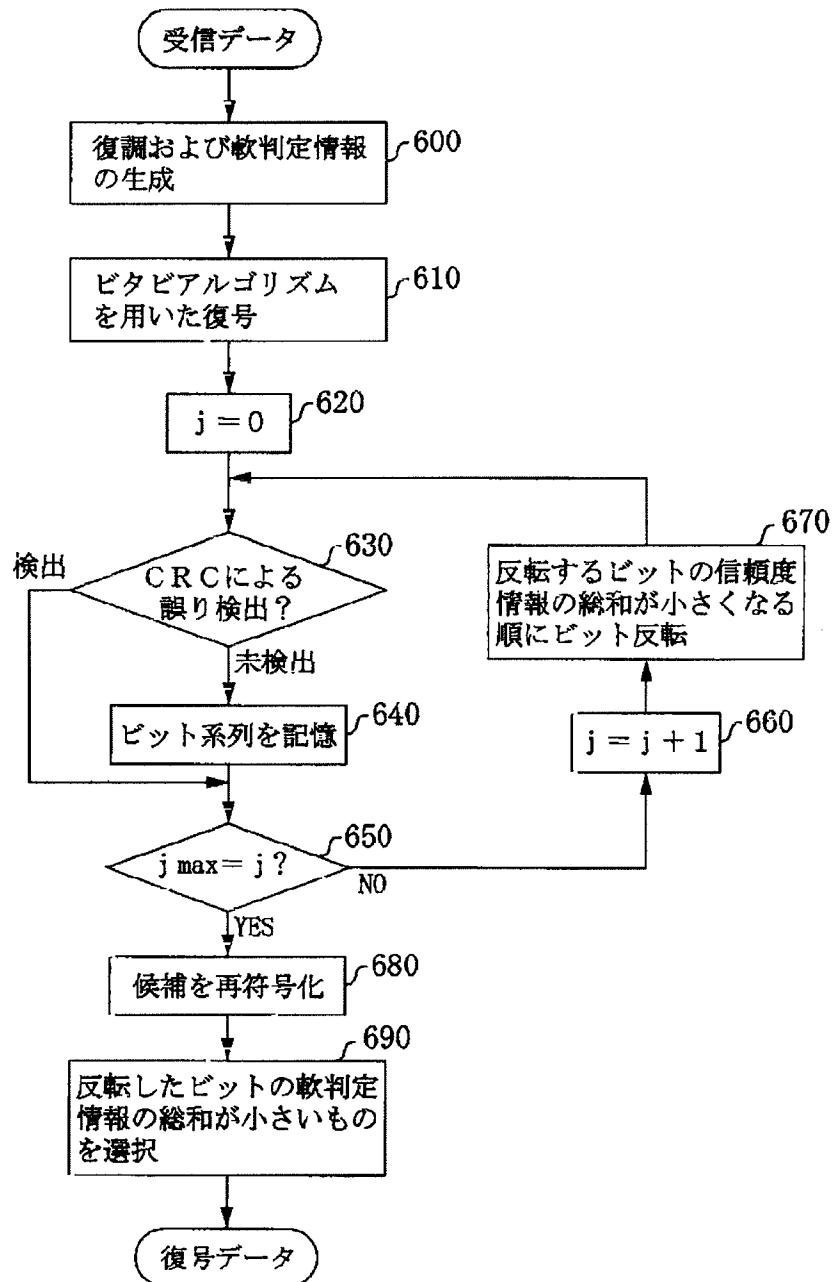
【図11】



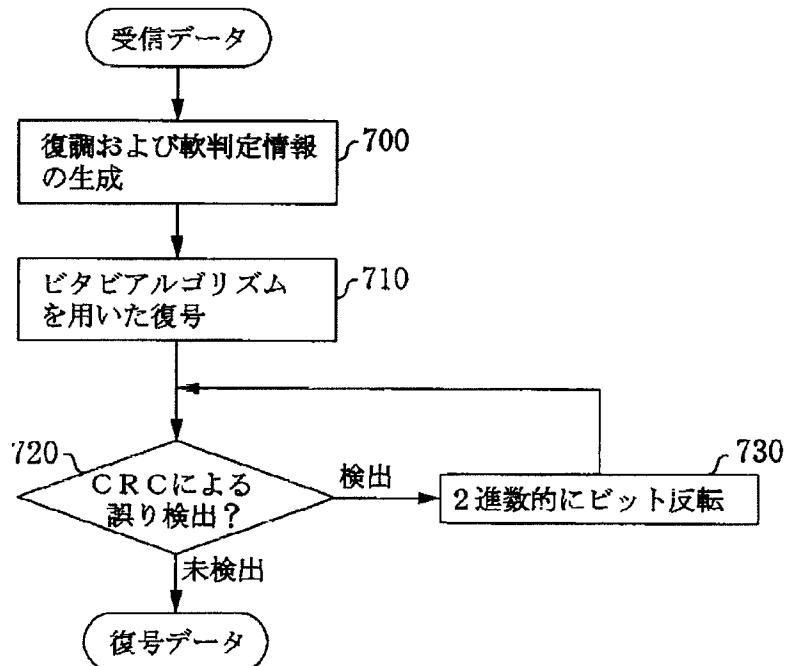
【図12】



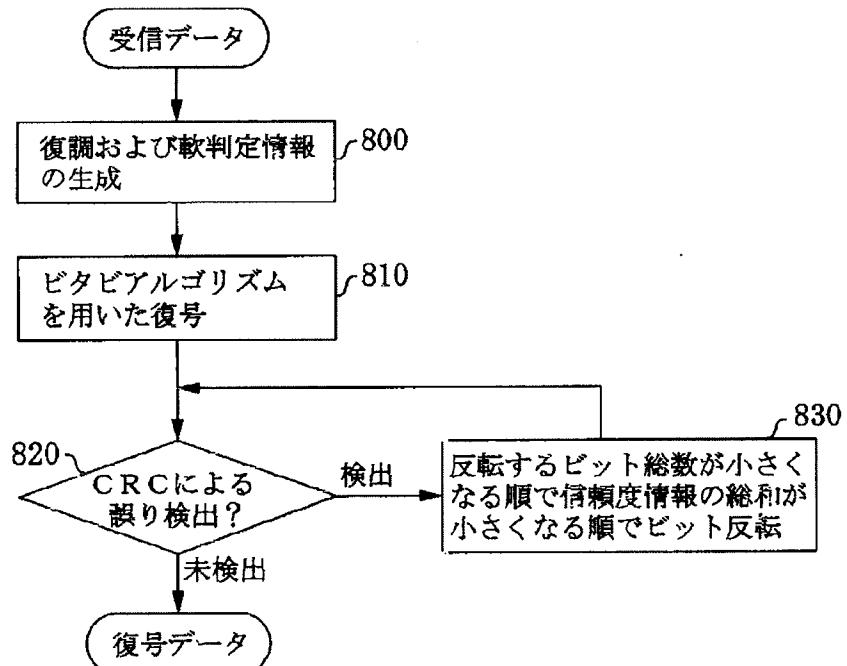
【図13】



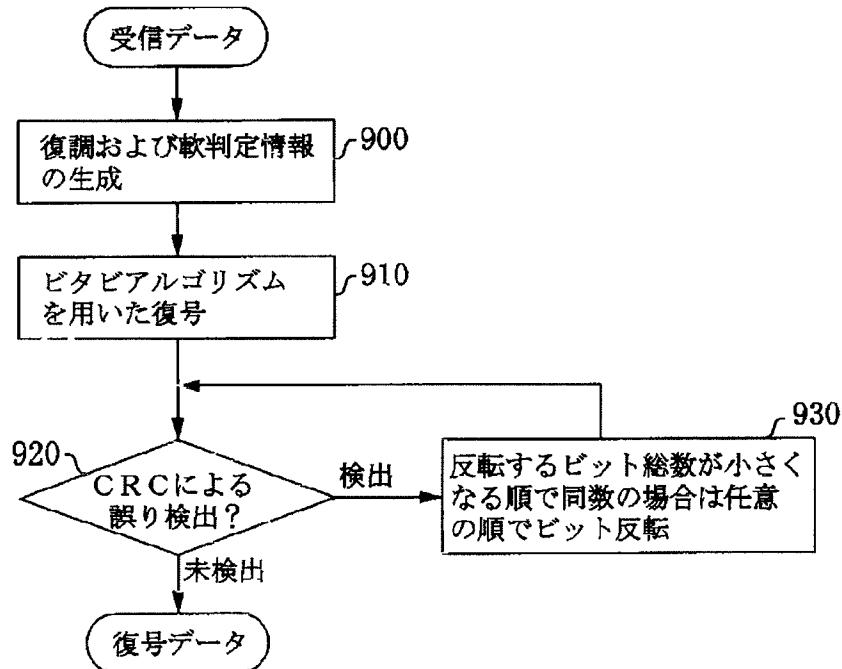
【図15】



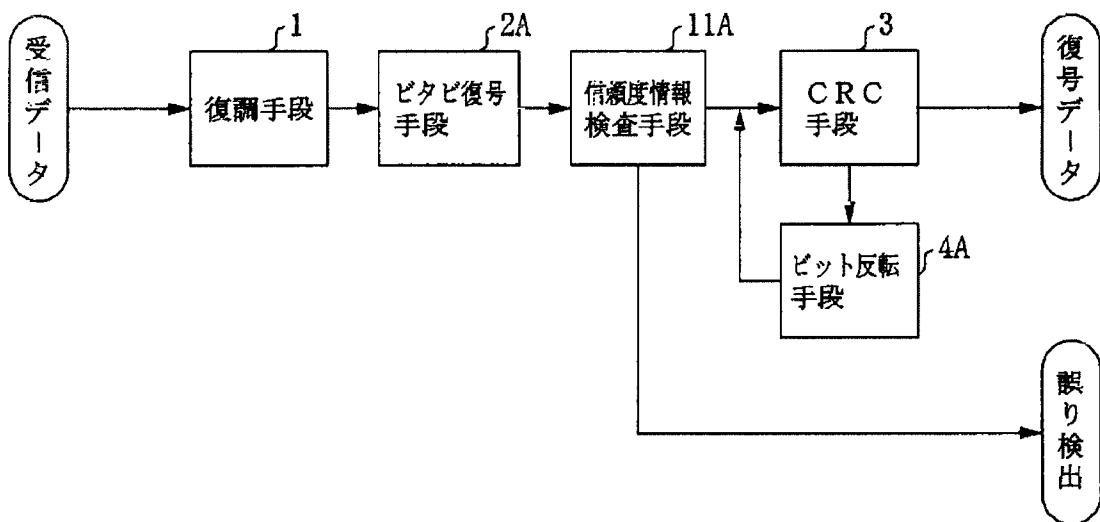
【図18】



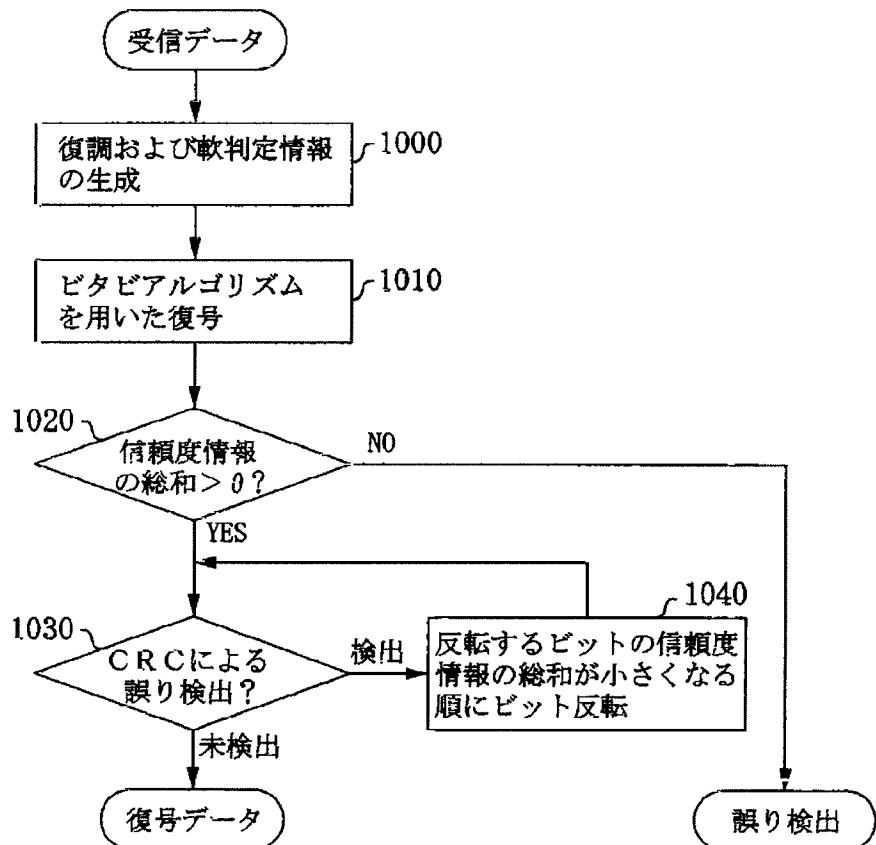
【図21】



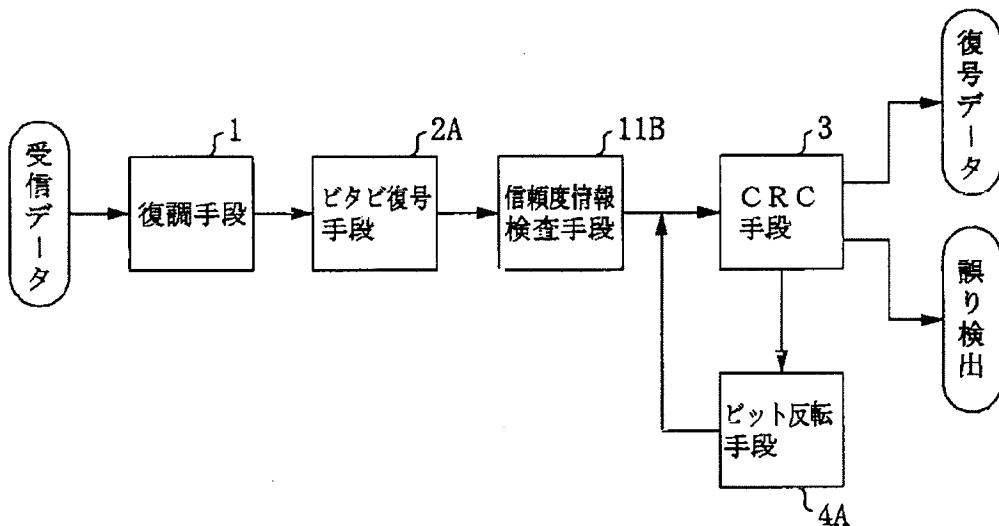
【図23】



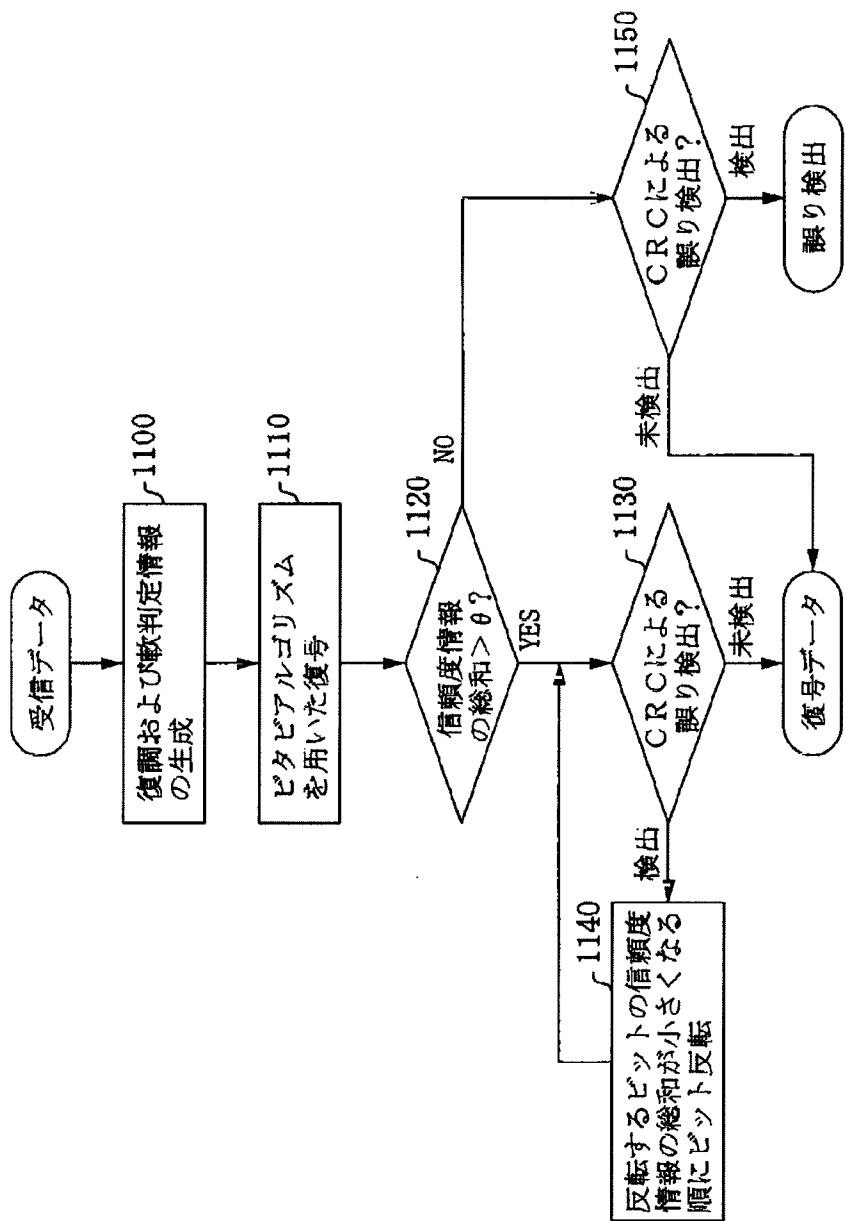
【図24】



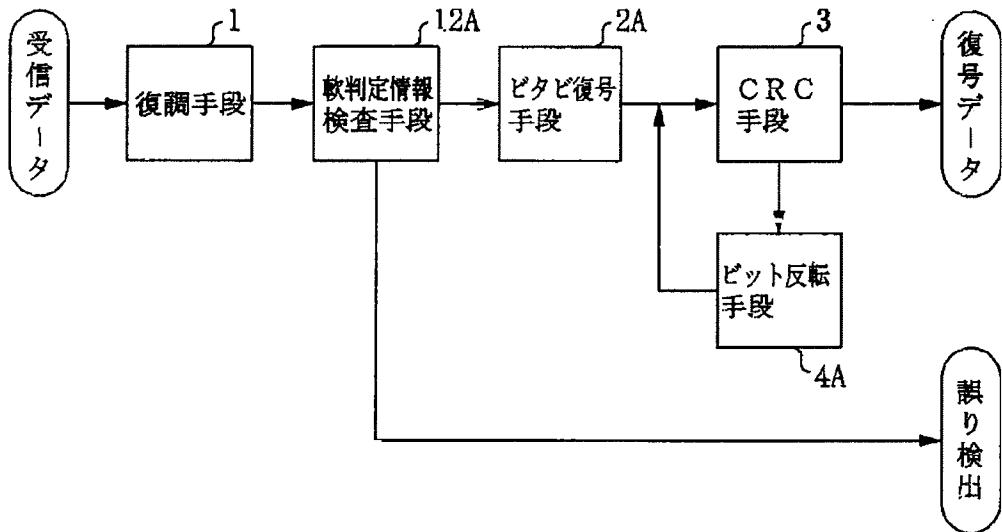
【図25】



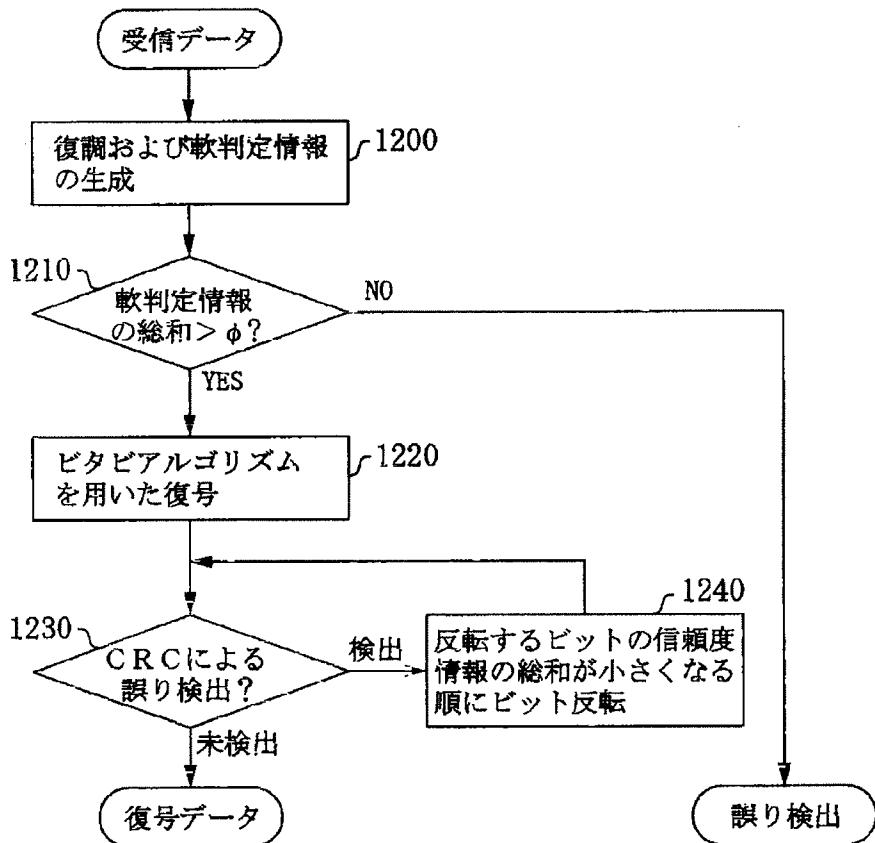
【図26】



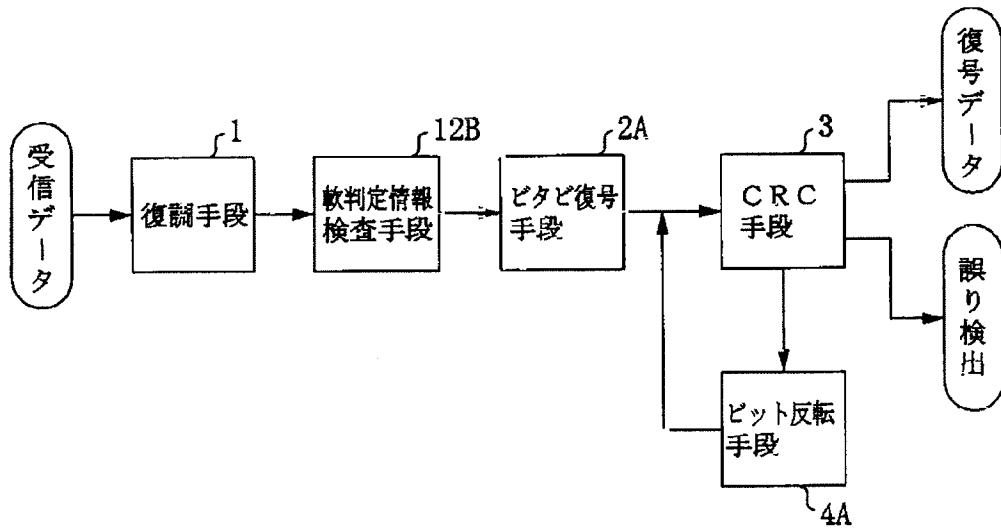
【図27】



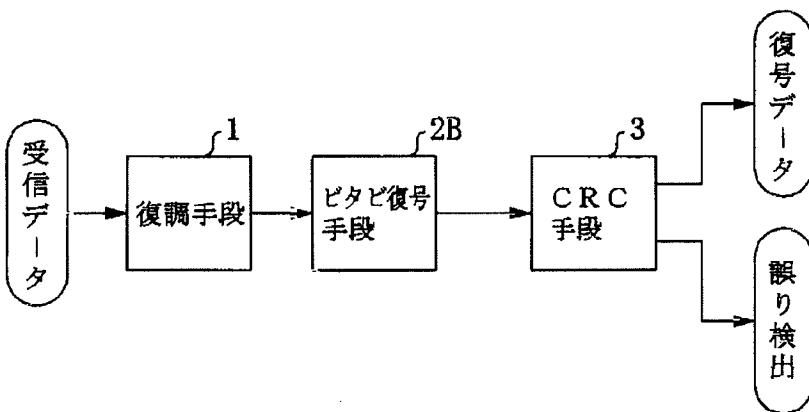
【図28】



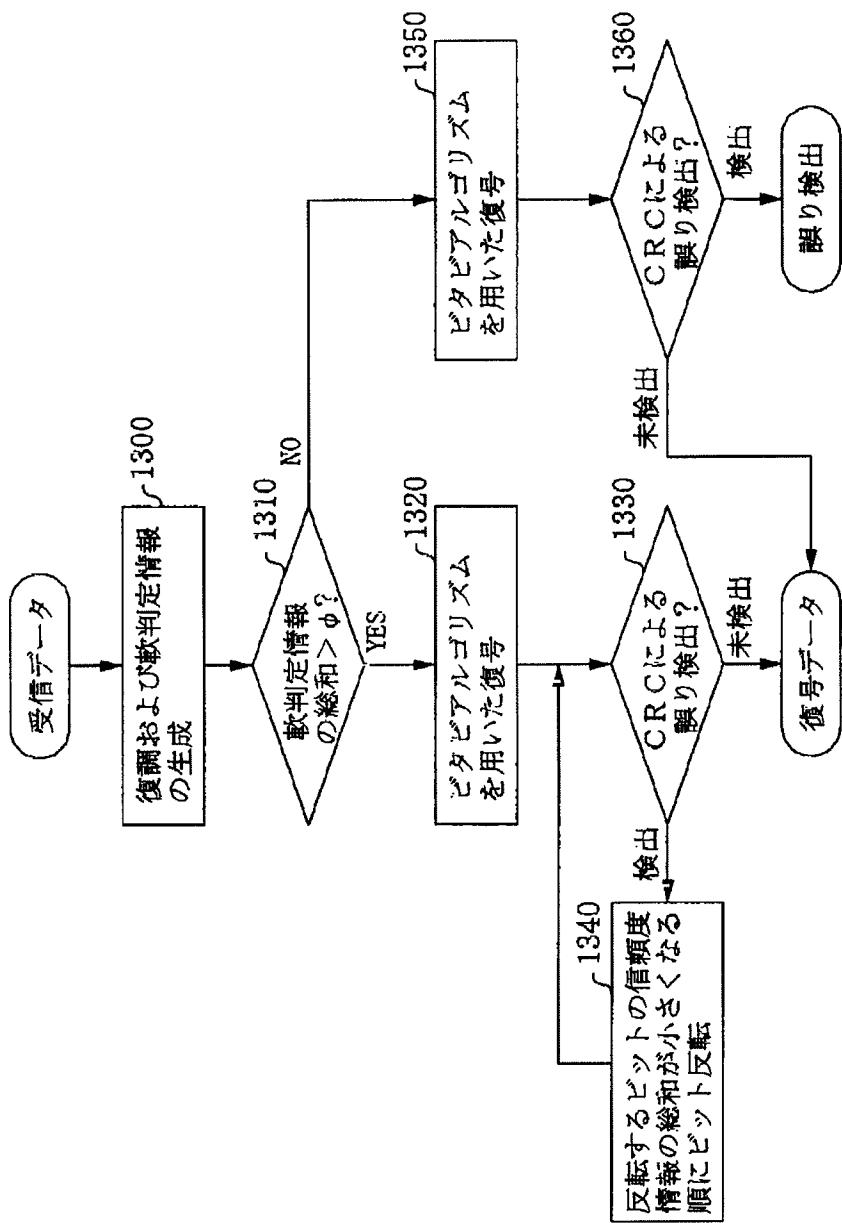
【図29】



【図31】



【図30】



【図32】

